

09/936232

PCT/JP00/01724

21.03.00

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

REC'D 05 MAY 2000

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 3月30日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第089155号

出 願 人

Applicant(s):

三洋電機株式会社

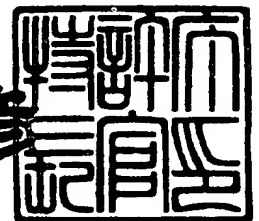
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 4月21日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3027942

【書類名】 特許願

【整理番号】 1990083

【提出日】 平成11年 3月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 7/264

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会
社内

【氏名】 土居 義晴

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会
社内

【氏名】 飯沼 敏範

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会
社内

【氏名】 赤塚 康典

【特許出願人】

【識別番号】 000001889

【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号

【氏名又は名称】 三洋電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064746

【弁理士】

【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100091409

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 英彦

【選任した代理人】

【識別番号】 100096781

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀井 豊

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9102437

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 無線装置およびそのアンテナ指向性のキャリブレーション方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 アンテナ指向性のキャリブレーションが可能な無線装置であって、

アンテナと、

信号の送受信時に前記アンテナを共用する送信回路および受信回路と、

所定の基準信号を発生する基準信号発生器と、

キャリブレーション時に、前記送信回路の出力または前記基準信号を選択的に前記受信回路の入力に接続する切換手段と、

前記送信回路に送信信号を供給しかつ前記受信回路から受信信号を受取り、前記送信回路および前記アンテナを介して送信される前記送信信号の送信指向性を制御しかつ前記アンテナおよび前記受信回路を介して受信される前記受信信号の受信指向性を制御する制御手段と、

前記送信回路と前記受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差を補正する補正値を算出する演算手段とを備え、

前記演算手段は、

キャリブレーション時に前記送信回路の出力を前記受信回路の入力に接続するように前記切換手段を制御して、前記送信回路および前記受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第 1 の情報を算出する手段と、

キャリブレーション時に前記基準信号を前記受信回路の入力に接続するように前記切換手段を制御して、前記受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第 2 の情報を算出する手段と、

前記第 1 の情報から前記第 2 の情報を減算することにより、前記送信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第 3 の情報を算出する手段と、

前記第 2 の情報および前記第 3 の情報に基づいて、前記補正値を算出する手段を含む、無線装置。

【請求項 2】 アンテナ指向性のキャリブレーションが可能な無線装置であって、

複数個の無線系を備え、前記無線系の各々は、

アンテナと、

信号の送受信時に前記アンテナを共用する送信回路および受信回路と、

所定の基準信号を発生する基準信号発生器と、

キャリブレーション時に、前記送信回路の出力または前記基準信号を選択的に前記受信回路の入力に接続する切換手段と、

前記送信回路に送信信号を供給しかつ前記受信回路から受信信号を受取り、前記送信回路および前記アンテナを介して送信される前記送信信号の送信指向性を制御しかつ前記アンテナおよび前記受信回路を介して受信される前記受信信号の受信指向性を制御する制御手段と、

前記送信回路と前記受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差を補正する補正値を算出する演算手段とを備え、

前記演算手段は、

キャリブレーション時に前記送信回路の出力を前記受信回路の入力に接続するように前記切換手段を制御して、前記送信回路および前記受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第 1 の情報を算出する手段と、

キャリブレーション時に前記基準信号を前記受信回路の入力に接続するように前記切換手段を制御して、前記受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第 2 の情報を算出する手段と、

前記第 1 の情報から前記第 2 の情報を減算することにより、前記送信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第 3 の情報を算出する手段と、

前記第 2 の情報および前記第 3 の情報に基づいて、前記補正値を算出する手段とを含む、無線装置。

【請求項 3】 アンテナ指向性のキャリブレーションが可能な無線装置であって、

所定の基準信号を発生する基準信号発生器と、
複数個の無線系とを備え、前記無線系の各々は、
アンテナと、
信号の送受信時に前記アンテナを共用する送信回路および受信回路と、
キャリブレーション時に、前記送信回路の出力または前記基準信号を選択的に
前記受信回路の入力に接続する切換手段と、

前記送信回路に送信信号を供給しかつ前記受信回路から受信信号を受取り、前
記送信回路および前記アンテナを介して送信される前記送信信号の送信指向性を
制御しかつ前記アンテナおよび前記受信回路を介して受信される前記受信信号の
受信指向性を制御する制御手段と、

前記送信回路と前記受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の
差を補正する補正値を算出する演算手段とを備え、

前記演算手段は、

キャリブレーション時に前記送信回路の出力を前記受信回路の入力に接続する
ように前記切換手段を制御して、前記送信回路および前記受信回路を通過する信
号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第1の情報を算出する
手段と、

キャリブレーション時に前記基準信号を前記受信回路の入力に接続するように
前記切換手段を制御して、前記受信回路を通過する信号に生じる位相回転量およ
び／または振幅変動量に関する第2の情報を算出する手段と、

前記第1の情報から前記第2の情報を減算することにより、前記送信回路を通
過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第3の情報を
算出する手段と、

前記第2の情報および前記第3の情報に基づいて、前記補正値を算出する手段
とを含む、無線装置。

【請求項4】 前記第2の情報を算出する手段は、

前記基準信号発生器から前記切換手段までの経路を通過する前記基準信号に生
じる位相回転量および／または振幅変動量に関する予め検出された第4の情報を
記憶するための記憶手段と、

前記基準信号発生器から前記切換手段を介して前記受信回路を通過する前記基準信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第5の情報を算出する手段と、

前記第5の情報から前記第4の情報を減算することにより前記第2の信号を算出する手段とを含む、請求項1から3のいずれかに記載の無線装置。

【請求項5】 前記第1の情報を算出する手段は、前記送信回路および前記受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量を所定回数算出してその平均値を用いて第1の情報として供給し、

前記第5の情報を算出する手段は、前記基準信号発生回路から前記切換手段を介して前記受信回路を通過する前記基準信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量を所定回数算出してその平均値を前記第5の情報として供給する、請求項4に記載の無線装置。

【請求項6】 前記制御手段は、前記送信回路に供給する前記送信信号の送信周波数を順次変更する手段を含み、

前記演算手段は、異なる送信周波数の送信信号ごとに前記補正値を算出する、請求項1から5のいずれかに記載の無線装置。

【請求項7】 前記演算手段は、前記異なる送信周波数の送信信号ごとに算出された前記補正値に基づいて内挿補完により他の送信周波数の送信信号における前記補正値を算出する補完処理手段をさらに含む、請求項6に記載の無線装置。

【請求項8】 前記制御手段は、前記送信回路に供給する前記送信信号の送信パワーを順次変更する手段を含み、

前記演算手段は、異なる送信パワーの送信信号ごとに前記補正値を算出する、請求項1から5のいずれかに記載の無線装置。

【請求項9】 前記演算手段は、前記異なる送信パワーの送信信号ごとに算出された前記補正値に基づいて内挿補完により他の送信パワーの送信信号における前記補正値を算出する補完処理手段をさらに含む、請求項8に記載の無線装置。

【請求項10】 前記制御手段は、前記送信回路に供給する前記送信信号の

送信周波数および送信パワーを順次変更する手段を含み、

前記演算手段は、異なる送信周波数および異なる送信パワーの送信信号ごとに前記補正値を算出する、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の無線装置。

【請求項 11】 前記演算手段は、前記異なる送信周波数および異なる送信パワーの送信信号ごとに算出された前記補正値に基づいて内挿補完により他の送信周波数および他の送信パワーの送信信号における前記補正値を算出する補完処理手段をさらに含む、請求項 10 に記載の無線装置。

【請求項 12】 無線装置におけるアンテナ指向性のキャリブレーション方法であって、

前記無線装置は、アンテナと、信号の送受信時に前記アンテナを共用する送信回路および受信回路と、所定の基準信号を発生する基準信号発生器と、キャリブレーション時に、前記送信回路の出力または前記基準信号を選択的に前記受信回路の入力に接続する切換手段と、前記送信回路に送信信号を供給しかつ前記受信回路から受信信号を受取り、前記送信回路および前記アンテナを介して送信される前記送信信号の送信指向性を制御しかつ前記アンテナおよび前記受信回路を介して受信される前記受信信号の受信指向性を制御する制御手段とを備え、前記キャリブレーション方法は、

キャリブレーション時に前記送信回路の出力を前記受信回路の入力に接続するように前記切換手段を制御して、前記送信回路および前記受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第 1 の情報を算出するステップと、

キャリブレーション時に前記基準信号を前記受信回路の入力に接続するように前記切換手段を制御して、前記受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第 2 の情報を算出するステップと、

前記第 1 の情報から前記第 2 の情報を減算することにより、前記送信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第 3 の情報を算出するステップと、

前記第 2 の情報および前記第 3 の情報に基づいて、前記送信回路と前記受信回路との間の位相回転量および／または前記振幅変動量の差を補正する補正値を算

出するステップとを含む、方法。

【請求項 13】 複数の無線系を備えた無線装置におけるアンテナ指向性のキャリブレーション方法であって、

前記無線系の各々は、アンテナと、信号の送受信時に前記アンテナを共用する送信回路および受信回路と、所定の基準信号を発生する基準信号発生器と、キャリブレーション時に、前記送信回路の出力または前記基準信号を選択的に前記受信回路の入力に接続する切換手段と、前記送信回路に送信信号を供給しかつ前記受信回路から受信信号を受取り、前記送信回路および前記アンテナを介して送信される前記送信信号の送信指向性を制御しかつ前記アンテナおよび前記受信回路を介して受信される前記受信信号の受信指向性を制御する制御手段とを備え、前記キャリブレーション方法は、

キャリブレーション時に前記送信回路の出力を前記受信回路の入力に接続するように前記切換手段を制御して、前記送信回路および前記受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第 1 の情報を算出するステップと、

キャリブレーション時に前記基準信号を前記受信回路の入力に接続するように前記切換手段を制御して、前記受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第 2 の情報を算出するステップと、

前記第 1 の情報から前記第 2 の情報を減算することにより、前記送信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第 3 の情報を算出するステップと、

前記第 2 の情報および前記第 3 の情報に基づいて、前記送信回路と前記受信回路との間の位相回転量および／または前記振幅変動量の差を補正する補正値を算出するステップとを含む、方法。

【請求項 14】 所定の基準信号を発生する基準信号発生器と、複数の無線系とを備えた無線装置におけるアンテナ指向性のキャリブレーション方法であって、

前記無線系の各々は、アンテナと、信号の送受信時に前記アンテナを共用する送信回路および受信回路と、キャリブレーション時に、前記送信回路の出力また

は前記基準信号を選択的に前記受信回路の入力に接続する切換手段と、前記送信回路に送信信号を供給しかつ前記受信回路から受信信号を受取り、前記送信回路および前記アンテナを介して送信される前記送信信号の送信指向性を制御しかつ前記アンテナおよび前記受信回路を介して受信される前記受信信号の受信指向性を制御する制御手段とを備え、前記キャリブレーション方法は、

キャリブレーション時に前記送信回路の出力を前記受信回路の入力に接続するように前記切換手段を制御して、前記送信回路および前記受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第1の情報を算出するステップと、

キャリブレーション時に前記基準信号を前記受信回路の入力に接続するように前記切換手段を制御して、前記受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第2の情報を算出するステップと、

前記第1の情報から前記第2の情報を減算することにより、前記送信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第3の情報を算出するステップと、

前記第2の情報および前記第3の情報に基づいて、前記送信回路と前記受信回路との間の位相回転量および／または前記振幅変動量の差を補正する補正値を算出するステップとを含む、方法。

【請求項15】 前記第2の情報を算出するステップは、

前記基準信号発生器から前記切換手段までの経路を通過する前記基準信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第4の情報を予め検出して記憶するステップと、

前記基準信号発生器から前記切換手段を介して前記受信回路を通過する前記基準信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第5の情報を算出するステップと、

前記第5の情報から前記第4の情報を減算することにより前記第2の情報を算出するステップとを含む、請求項12から14のいずれかに記載の方法。

【請求項16】 前記第1の情報を算出するステップは、前記送信回路および前記受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量を

所定回数算出してその平均値を前記第 1 の情報として供給し、

前記第 5 の情報を算出するステップは、前記基準信号発生器から前記切換手段を介して前記受信回路を通過する前記基準信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量を所定回数算出してその平均値を前記第 5 の情報として供給する、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】 前記送信回路に供給する前記送信信号の送信周波数を順次変更するステップと、

異なる送信周波数の送信信号ごとに前記補正値を算出するステップを繰返すステップとをさらに含む、請求項 12 から 16 のいずれかに記載の方法。

【請求項 18】 前記異なる送信周波数の送信信号ごとに算出された前記補正値に基づいて内挿補完により他の送信周波数の送信信号における前記補正値を算出するステップをさらに含む、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】 前記送信回路に供給する前記送信信号の送信パワーを順次変更するステップと、

異なる送信パワーの送信信号ごとに前記補正値を算出するステップを繰返すステップとをさらに含む、請求項 12 から 16 のいずれかに記載の方法。

【請求項 20】 前記異なる送信パワーの送信信号ごとに算出された前記補正値に基づいて内挿補完により他の送信パワーの送信信号における前記補正値を算出するステップをさらに含む、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 21】 前記送信回路に供給する前記送信信号の送信周波数および送信パワーを順次変更するステップと、

異なる送信周波数および異なる送信パワーの送信信号ごとに前記補正値を算出するステップを繰返すステップとをさらに含む、請求項 12 から 16 のいずれかに記載の方法。

【請求項 22】 前記異なる送信周波数および前記異なる送信パワーの送信信号ごとに算出された前記補正値に基づいて内挿補完により他の送信周波数および他の送信パワーの送信信号における前記補正値を算出するステップをさらに含む、請求項 21 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、無線装置およびそのアンテナ指向性のキャリブレーション方法に関し、特に、アダプティブアレイ無線基地局において用いられる無線装置およびそのアンテナ指向性のキャリブレーション方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、携帯電話等の移動通信システムの無線基地局として、アレイアンテナを用いたアダプティブアレイ (adaptive array) 無線基地局が実用化されている。このようなアダプティブアレイ無線基地局の動作原理については、たとえば下記の文献に説明されている。

【0 0 0 3】

B. Widrow, et al. : "Adaptive Antenna Systems, " Proc. IEEE, vol.55, No.12, pp.2143-2159 (Dec. 1967) .

S. P. Applebaum : "Adaptive Arrays " , IEEE Trans. Antennas & Propag. , vol.AP-24, No.5, pp.585-598 (Sept. 1976) .

O. L. Frost, III : "Adaptive Least Squares Optimization Subject to Linear Equality Constraints, " SEL-70-055, Technical Report, No.6796-2, Information System Lab., Stanford Univ. (Aug. 1970) .

B. Widrow and S. D. Stearns : "Adaptive Signal Processing, " Prentice-Hall, Englewood Cliffs (1985) .

R. A. Monzingo and T. W. Miller : "Introduction to Adaptive Arrays, " John Wiley & Sons, New York (1980) .

J. E. Hudson : "Adaptive Array Principles, " Peter Peregrinus Ltd., London (1981) .

R. T. Compton, Jr. : "Adaptive Antennas - Concepts and Performance, " Prentice-Hall, Englewood Cliffs (1988) .

E. Nicolau and D. Zaharia : "Adaptive Arrays, " Elsevier, Amsterdam (1989) .

図16は、このようなアダプティブアレイ無線基地局の動作原理を概念的に示す模式図である。図16において、1つのアダプティブアレイ無線基地局1は、 n 本のアンテナ#1, #2, #3, ..., # n からなるアレイアンテナ2を備えており、その電波が届く範囲を第1の斜線領域3として表わす。一方、隣接する他の無線基地局6の電波が届く範囲を第2の斜線領域7として表わす。

【0004】

領域3内で、ユーザAの端末である携帯電話機4とアダプティブアレイ無線基地局1との間で電波信号の送受信が行なわれる(矢印5)。一方、領域7内で、他のユーザBの端末である携帯電話機8と無線基地局6との間で電波信号の送受信が行なわれる(矢印9)。

【0005】

ここで、たまたまユーザAの携帯電話機4の電波信号の周波数とユーザBの携帯電話機8の電波信号の周波数とが等しいとき、ユーザBの位置によっては、ユーザBの携帯電話機8からの電波信号が領域3内で不要な干渉信号となり、ユーザAの携帯電話機4とアダプティブアレイ無線基地局1との間の電波信号に混入してしまうことになる。

【0006】

このように、ユーザAおよびBの双方からの混合した電波信号を受信したアダプティブアレイ無線基地局1では、何らかの処理を施さなければ、ユーザAおよびBの双方からの信号が混じった信号を出力することとなり、本来通話すべきユーザAの通話が妨げられることになる。

【0007】

アダプティブアレイ無線基地局1では、このユーザBからの信号を出力信号から除去するために、次のような処理を行なっている。図17は、アダプティブアレイ無線基地局1の構成を示す概略ブロック図である。

【0008】

まず、ユーザAからの信号を $A(t)$ 、ユーザBからの信号を $B(t)$ とすると、図16のアレイアンテナ2を構成する第1のアンテナ#1での受信信号 $x_1(t)$ は、次式のように表わされる：

$$x_1(t) = a_1 \times A(t) + b_1 \times B(t)$$

ここで、 a_1 、 b_1 は、後述するようにリアルタイムで変化する係数である。

【0009】

次に、第2のアンテナ#2での受信信号 $x_2(t)$ は、次式のように表わされる：

$$x_2(t) = a_2 \times A(t) + b_2 \times B(t)$$

ここで、 a_2 、 b_2 も同様にリアルタイムで変化する係数である。

【0010】

次に、第3のアンテナ#3での受信信号 $x_3(t)$ は、次式のように表わされる：

$$x_3(t) = a_3 \times A(t) + b_3 \times B(t)$$

ここで、 a_3 、 b_3 も同様にリアルタイムで変化する係数である。

【0011】

同様に、第 n のアンテナ# n での受信信号 $x_n(t)$ は、次式のように表わされる：

$$x_n(t) = a_n \times A(t) + b_n \times B(t)$$

ここで、 a_n 、 b_n も同様にリアルタイムで変化する係数である。

【0012】

上記の係数 a_1 、 a_2 、 a_3 、…、 a_n は、ユーザAからの電波信号に対し、アレイアンテナ2を構成するアンテナ#1、#2、#3、…、# n のそれぞれの相対位置が異なるため（たとえば、各アンテナ同士は互いに、電波信号の波長の5倍、すなわち1メートル程度の間隔をあけて配されている）、それぞれのアンテナでの受信強度に差が生じることを表わしている。

【0013】

また、上記の係数 b_1 、 b_2 、 b_3 、…、 b_n も同様に、ユーザBからの電波信号に対し、アンテナ#1、#2、#3、…、# n のそれぞれでの受信強度に差が生じることを表わしている。各ユーザは移動しているため、これらの係数はリアルタイムで変化する。

【0014】

それぞれのアンテナで受信された信号 $x_1(t)$, $x_2(t)$, $x_3(t)$, ..., $x_n(t)$ は、対応するスイッチ 10-1, 10-2, 10-3, ..., 10-n を介してアダプティブアレイ無線基地局 1 を構成する受信部 1R に入り、ウェイトベクトル制御部 11 に与えられるとともに、対応する乗算器 12-1, 12-2, 12-3, ..., 12-n の一方入力にそれぞれ与えられる。

【0015】

これらの乗算器の他方入力には、ウェイトベクトル制御部 11 からそれぞれのアンテナでの受信信号に対する重み w_1 , w_2 , w_3 , ..., w_n が印加される。これらの重みは、後述するように、ウェイトベクトル制御部 11 により、リアルタイムで算出される。

【0016】

したがって、アンテナ #1 での受信信号 $x_1(t)$ は、乗算器 12-1 を経て、 $w_1 \times (a_1 A(t) + b_1 B(t))$ となり、アンテナ #2 での受信信号 $x_2(t)$ は、乗算器 12-2 を経て、 $w_2 \times (a_2 A(t) + b_2 B(t))$ となり、アンテナ #3 での受信信号 $x_3(t)$ は、乗算器 12-3 を経て、 $w_3 \times (a_3 A(t) + b_3 B(t))$ となり、さらにアンテナ #n での受信信号 $x_n(t)$ は、乗算器 12-n を経て、 $w_n \times (a_n A(t) + b_n B(t))$ となる。

【0017】

これらの乗算器 12-1, 12-2, 12-3, ..., 12-n の出力は、加算器 13 で加算され、その出力は下記のようなになる：

$$w_1 (a_1 A(t) + b_1 B(t)) + w_2 (a_2 A(t) + b_2 B(t)) + w_3 (a_3 A(t) + b_3 B(t)) + \dots + w_n (a_n A(t) + b_n B(t))$$

これを信号 $A(t)$ に関する項と信号 $B(t)$ に関する項とに分けると次のようになる：

$$(w_1 a_1 + w_2 a_2 + w_3 a_3 + \dots + w_n a_n) A(t) + (w_1 b_1 + w_2 b_2 + w_3 b_3 + \dots + w_n b_n) B(t)$$

ここで、後述するように、アダプティブアレイ無線基地局 1 は、ユーザ A, B

を識別し、所望のユーザからの信号のみを抽出できるように上記重み $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ を計算する。たとえば、図 17 の例では、ウェイトベクトル制御部 11 は、本来通話すべきユーザ A からの信号 $A(t)$ のみを抽出するために、係数 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$ を定数とみなし、信号 $A(t)$ の係数が全体として 1、信号 $B(t)$ の係数が全体として 0 となるように、重み $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ を計算する。

【0018】

すなわち、ウェイトベクトル制御部 11 は、下記の連立一次方程式を解くことにより、信号 $A(t)$ の係数が 1、信号 $B(t)$ の係数が 0 となる重み $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ をリアルタイムで算出する：

$$w_1 a_1 + w_2 a_2 + w_3 a_3 + \dots + w_n a_n = 1$$

$$w_1 b_1 + w_2 b_2 + w_3 b_3 + \dots + w_n b_n = 0$$

この連立一次方程式の解法の説明は省略するが、先に列挙した文献に記載されているとおり周知であり、現にアダプティブアレイ無線基地局において既に実用化されているものである。

【0019】

このように重み $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ を設定することにより、加算器 13 の出力信号は下記のとおりとなる：

$$\text{出力信号} = 1 \times A(t) + 0 \times B(t) = A(t)$$

なお、前記のユーザ A、B の識別は次のように行なわれる。図 18 は、携帯電話機の電波信号のフレーム構成を示す概略図である。携帯電話機の電波信号は大きくは、無線基地局にとって既知の信号系列からなるプリアンプルと、無線基地局にとって未知の信号系列からなるデータ（音声など）とから構成される。

【0020】

プリアンプルの信号系列は、当該ユーザが無線基地局にとって通話すべき所望のユーザかどうかを見分けるための情報の信号系列を含んでいる。アダプティブアレイ無線基地局 1 のウェイトベクトル制御部 11（図 17）は、メモリ 14 から取出したユーザ A に対応したトレーニング信号と、受信した信号系列とを対比し、ユーザ A に対応する信号系列を含んでいると思われる信号を抽出するように

ウェイトベクトル制御（重みの決定）を行なう。このようにして抽出されたユーザAの信号は、出力信号 $S_{RX}(t)$ としてアダプティブアレイ無線基地局1から外部出力される。

【0021】

一方、図17において、外部からの入力信号 $S_{TX}(t)$ は、アダプティブアレイ無線基地局1を構成する送信部1Tに入り、乗算器15-1, 15-2, 15-3, ..., 15-nの一方入力に与えられる。これらの乗算器の他方入力にはそれぞれ、ウェイトベクトル制御部11により先に受信信号に基づいて算出された重み $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ がコピーされて印加される。

【0022】

これらの乗算器によって重み付けされた入力信号は、対応するスイッチ10-1, 10-2, 10-3, ..., 10-nを介して、対応するアンテナ#1, #2, #3, ..., #nに送られ、図16の領域3内に送信される。

【0023】

ここで、受信時と同じアレイアンテナ2を用いて送信される信号には、受信信号と同様にユーザAをターゲットとする重み付けがされているため、送信された電波信号はあたかもユーザAに対する指向性を有するかのようユーザAの携帯電話機4により受信される。図19は、このようなユーザAとアダプティブアレイ無線基地局1との間での電波信号の授受をイメージ化した図である。現実電波が届く範囲を示す図16の領域3に対比して、図19の仮想上の領域3aに示すようにアダプティブアレイ無線基地局1からはユーザAの携帯電話機4をターゲットとして指向性を伴って電波信号が飛ばされている状態がイメージされる。

【0024】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、所望のユーザとアダプティブアレイ無線基地局1との間でこのような指向性を伴った電波信号の送受信を実現するためには、アダプティブアレイ無線基地局1において重み $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ が厳密に算出され、受信部1Rと送信部1Tとで、受信信号および送信信号に対し同等に重み付けされる必要がある。しかしながら、たとえ重み付けの制御が完全になされたとしても、受

信信号に対し、送信信号の伝送特性が変化し、目標に向かって送信信号を飛ばすことができない場合がある。

【0025】

たとえば、図17に示したアダプティブアレイ無線基地局1において、スイッチ10-1, 10-2, 10-3, ..., 10-nおよび受信部1Rの対応する乗算器12-1, 12-2, 12-3, ..., 12-nの間の距離と、スイッチ10-1, 10-2, 10-3, ..., 10-nおよび送信部1Tの対応する乗算器15-1, 15-2, 15-3, ..., 15-nの間の距離とは、通常は完全に同一であることはない。これらの距離に差があれば、各アンテナで送受信される受信信号と送信信号との間に位相回転量の差、振幅変動量の差などが生じてしまい、ターゲットとなるユーザとアダプティブアレイ無線基地局との間で良好な指向性をもって電波信号の送受信を行なうことができなくなる。

【0026】

特に、図17には示していないが、通常は、スイッチ10-1, 10-2, 10-3, ..., 10-nと受信部1Rの対応する乗算器との間の経路はそれぞれ、必要な受信回路を含み、これらのスイッチと送信部1Tの対応する乗算器との間の経路はそれぞれ、必要な送信回路を含んでいる。これらの受信回路と送信回路とは物理的に異なる回路であり、これらの回路を構成するアンプ、フィルタ、ミキサ等の特性によっても、各アンテナで送受信される受信信号と送信信号との間に位相回転量の差、振幅変動量の差などが生じてしまうことになる。たとえば、受信回路に含まれるLNA (Low Noise Amplifier)、送信回路に含まれるHPA (High Power Amplifier)等の特性の個体差、温度変化等によって、位相回転や振幅変動が生じてしまうことになる。

【0027】

したがって、アダプティブアレイ無線基地局1においては、アレイアンテナ2を構成する各アンテナごとに、受信回路の位相回転量、振幅変動量などの伝送特性と、送信回路の位相回転量、振幅変動量などの伝送特性とを算出し、その差を補正する必要がある。従来はこれらの伝送特性を測定するための測定回路がアダプティブアレイ無線基地局に別途設けられていたため、アダプティブアレイ無線

基地局の回路構成が大型化および複雑化し、コストも高くなるという問題点があった。

【0028】

この発明は、特別な測定回路を設けることなく、簡単かつ安価な構成で受信回路および送信回路の位相回転量および振幅変動量の差を算出し、補正することができる無線装置およびそのアンテナ指向性のキャリブレーション方法を提供することを目的とする。

【0029】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明によれば、アンテナ指向性のキャリブレーションが可能な無線装置は、アンテナと、信号の送受信時にアンテナを共用する送信回路および受信回路と、所定の基準信号を発生する基準信号発生器と、キャリブレーション時に、送信回路の出力または基準信号を選択的に受信回路の入力に接続する切換手段と、送信回路に送信信号を供給しかつ受信回路から受信信号を受取り、送信回路およびアンテナを介して送信される送信信号の送信指向性を制御しかつアンテナおよび受信回路を介して受信される受信信号の受信指向性を制御する制御手段と、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差を補正する補正値を算出する演算手段とを備えている。

【0030】

演算手段は、キャリブレーション時に送信回路の出力を受信回路の入力に接続するように切換手段を制御して、送信回路および受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第1の情報を算出する手段と、キャリブレーション時に基準信号を受信回路の入力に接続するように切換手段を制御して、受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第2の情報を算出する手段と、第1の情報から第2の情報を減算することにより、送信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第3の情報を算出する手段と、第2の情報および第3の情報に基づいて、補正値を算出する手段とを含んでいる。

【0031】

したがって、請求項 1 の発明では、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差を、アンテナ指向性の制御に反映させて指向性の誤差を補正するキャリブレーションが可能となる。

【0032】

請求項 2 の発明によれば、アンテナ指向性のキャリブレーションが可能な無線装置は、複数の無線系を備え、無線系の各々は、アンテナと、信号の送受信時にアンテナを共用する送信回路および受信回路と、所定の基準信号を発生する基準信号発生器と、キャリブレーション時に、送信回路の出力または基準信号を選択的に受信回路の入力に接続する切換手段と、送信回路に送信信号を供給しかつ受信回路から受信信号を受取り、送信回路およびアンテナを介して送信される送信信号の送信指向性を制御しかつアンテナおよび受信回路を介して受信される受信信号の受信指向性を制御する制御手段と、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差を補正する補正値を算出する演算手段とを備えている。

【0033】

演算手段は、キャリブレーション時に送信回路の出力を受信回路の入力に接続するように切換手段を制御して、送信回路および受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第 1 の情報を算出する手段と、キャリブレーション時に基準信号を受信回路の入力に接続するように切換手段を制御して、受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第 2 の情報を算出する手段と、第 1 の情報から第 2 の情報を減算することにより、送信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第 3 の情報を算出する手段と、第 2 の情報および第 3 の情報に基づいて、補正値を算出する手段とを含んでいる。

【0034】

したがって、請求項 2 の発明では、複数の無線系からなる無線装置において、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差をアンテナ指向性の制御に反映させて指向性の誤差を補正するキャリブレーションが可能となる。

【0035】

請求項3の発明によれば、アンテナ指向性のキャリブレーションが可能な無線装置は、所定の基準信号を発生する基準信号発生器と、複数個の無線系とを備え、無線系の各々は、アンテナと、信号の送受信時にアンテナを共用する送信回路および受信回路と、キャリブレーション時に、送信回路の出力または基準信号を選択的に受信回路の入力に接続する切換手段と、送信回路に送信信号を供給しかつ受信回路から受信信号を受取り、送信回路およびアンテナを介して送信される送信信号の送信指向性を制御しかつアンテナおよび受信回路を介して受信される受信信号の受信指向性を制御する制御手段と、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差を補正する補正値を算出する演算手段とを備えている。

【0036】

演算手段は、キャリブレーション時に送信回路の出力を受信回路の入力に接続するように切換手段を制御して、送信回路および受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第1の情報を算出する手段と、キャリブレーション時に基準信号を受信回路の入力に接続するように切換手段を制御して、受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第2の情報を算出する手段と、第1の情報から第2の情報を減算することにより、送信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第3の情報を算出する手段と、第2の情報および第3の情報に基づいて、補正値を算出する手段とを含んでいる。

【0037】

したがって、請求項3の発明では、基準信号発生器と複数個の無線系とからなる無線装置において、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差をアンテナ指向性の制御に反映させて指向性の誤差を補正するキャリブレーションが可能となる。

【0038】

請求項4の発明によれば、請求項1から3のいずれかの発明の無線装置において、第2の情報を算出する手段は、基準信号発生器から切換手段までの経路を通

過する基準信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する予め検出された第4の情報を記憶するための記憶手段と、基準信号発生器から切換手段を介して受信回路を通過する基準信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第5の情報を算出する手段と、第5の情報から第4の情報を減算することにより第2の信号を算出する手段とを含んでいる。

【0039】

したがって、請求項4の発明では、基準信号発生器から切換手段までの経路を通過する基準信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量を予め検出しておくことにより、受信回路を通過する基準信号の位相回転量および／または振幅変動量を容易に算出することができる。

【0040】

請求項5の発明によれば、請求項4の発明の無線装置において、第1の情報を算出する手段は、送信回路および受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量を所定回数算出してその平均値を用いて第1の情報として供給し、第5の情報を算出する手段は、基準信号発生回路から切換手段を介して受信回路を通過する基準信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量を所定回数算出してその平均値を第5の情報として供給する。

【0041】

したがって、請求項5の発明では、平均化処理により、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差の測定精度を向上させることができる。

【0042】

請求項6の発明によれば、請求項1から5のいずれかの発明の無線装置において、制御手段は、送信回路に供給する送信信号の送信周波数を順次変更する手段を含み、演算手段は、異なる送信周波数の送信信号ごとに補正値を算出する。

【0043】

したがって、請求項6の発明では、送信回路および受信回路の位相・振幅特性は送信周波数に依存するため、複数の周波数における測定により、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差の測定精度を向上させ

ることができる。

【0044】

請求項7の発明によれば、請求項6の発明の無線装置において、演算手段は、異なる送信周波数の送信信号ごとに算出された補正值に基づいて内挿補完により他の送信周波数の送信信号における補正值を算出する補完処理手段をさらに含んでいる。

【0045】

したがって、請求項7の発明では、測定すべき周波数が多い場合、代表的な周波数で測定を行ないその結果に基づいて内挿補完を行なうことにより、必要なすべての周波数において、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差を測定することができる。

【0046】

請求項8の発明によれば、請求項1から5のいずれかの発明の無線装置において、制御手段は、送信回路に供給する送信信号の送信パワーを順次変更する手段を含み、演算手段は、異なる送信パワーの送信信号ごとに補正值を算出する。

【0047】

したがって、請求項8の発明では、送信回路および受信回路の位相・振幅特性は送信パワーに依存するため、複数の送信パワーにおける測定により、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差の測定精度を向上させることができる。

【0048】

請求項9の発明によれば、請求項8の発明の無線装置において、演算手段は、異なる送信パワーの送信信号ごとに算出された補正值に基づいて内挿補完により他の送信パワーの送信信号における補正值を算出する補完処理手段をさらに含んでいる。

【0049】

したがって、請求項9の発明では、測定すべき送信パワーが多い場合、代表的な送信パワーで測定を行ないその結果に基づいて内挿補完を行なうことにより、必要なすべての送信パワーにおいて、送信回路と受信回路との間の位相回転量お

よび／または振幅変動量の差を測定することができる。

【0050】

請求項10の発明によれば、請求項1から5のいずれかの発明の無線装置において、制御手段は、送信回路に供給する送信信号の送信周波数および送信パワーを順次変更する手段を含み、演算手段は、異なる送信周波数および異なる送信パワーの送信信号ごとに補正値を算出する。

【0051】

したがって、請求項10の発明では、送信回路および受信回路の位相・振幅特性は送信周波数および送信パワーに依存するため、複数の送信周波数および複数の送信パワーにおける測定により、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差の測定精度を向上させることができる。

【0052】

請求項11の発明によれば、請求項10の発明の無線装置において、演算手段は、異なる送信周波数および異なる送信パワーの送信信号ごとに算出された補正値に基づいて内挿補完により他の送信周波数および他の送信パワーの送信信号における補正値を算出する補完処理手段をさらに含んでいる。

【0053】

したがって、請求項11の発明では、測定すべき送信周波数および送信パワーが多い場合、代表的な送信周波数および送信パワーで測定を行ないその結果に基づいて内挿補完を行なうことにより、必要なすべての送信周波数および送信パワーにおいて、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差を測定することができる。

【0054】

請求項12の発明によれば、無線装置におけるアンテナ指向性のキャリブレーション方法であって、無線装置は、アンテナと、信号の送受信時にアンテナを共用する送信回路および受信回路と、所定の基準信号を発生する基準信号発生器と、キャリブレーション時に、送信回路の出力または基準信号を選択的に受信回路の入力に接続する切換手段と、送信回路に送信信号を供給しかつ受信回路から受信信号を受取り、送信回路およびアンテナを介して送信される送信信号の送信指

向性を制御しかつアンテナおよび受信回路を介して受信される受信信号の受信指向性を制御する制御手段とを備える。

【0055】

キャリブレーション方法は、キャリブレーション時に送信回路の出力を受信回路の入力に接続するように切換手段を制御して、送信回路および受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第1の情報を算出するステップと、キャリブレーション時に基準信号を受信回路の入力に接続するように切換手段を制御して、受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第2の情報を算出するステップと、第1の情報から第2の情報を減算することにより、送信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第3の情報を算出するステップと、第2の情報および第3の情報に基づいて、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差を補正する補正値を算出するステップとを含んでいる。

【0056】

したがって、請求項12の発明では、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差をアンテナ指向性の制御に反映させて指向性の誤差を補正するキャリブレーションが可能となる。

【0057】

請求項13の発明によれば、複数個の無線系を備えた無線装置におけるアンテナ指向性のキャリブレーション方法であって、無線系の各々は、アンテナと、信号の送受信時にアンテナを共用する送信回路および受信回路と、所定の基準信号を発生する基準信号発生器と、キャリブレーション時に、送信回路の出力または基準信号を選択的に受信回路の入力に接続する切換手段と、送信回路に送信信号を供給しかつ受信回路から受信信号を受取り、送信回路およびアンテナを介して送信される送信信号の送信指向性を制御しかつアンテナおよび受信回路を介して受信される受信信号の受信指向性を制御する制御手段とを備える。

【0058】

キャリブレーション方法は、キャリブレーション時に送信回路の出力を受信回

路の入力に接続するように切換手段を制御して、送信回路および受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第1の情報を算出するステップと、キャリブレーション時に基準信号を受信回路の入力に接続するように切換手段を制御して、受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第2の情報を算出するステップと、第1の情報から第2の情報を減算することにより、送信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第3の情報を算出するステップと、第2の情報および第3の情報に基づいて、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差を補正する補正値を算出するステップとを含んでいる。

【0059】

したがって、請求項13の発明では、複数の無線系からなる無線装置において、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差をアンテナ指向性の制御に反映させて指向性の誤差を補正するキャリブレーションが可能となる。

【0060】

請求項14の発明によれば、所定の基準信号を発生する基準信号発生器と、複数の無線系とを備えた無線装置におけるアンテナ指向性のキャリブレーション方法であって、無線系の各々は、アンテナと、信号の送受信時にアンテナを共用する送信回路および受信回路と、キャリブレーション時に、送信回路の出力または基準信号を選択的に受信回路の入力に接続する切換手段と、送信回路に送信信号を供給しかつ受信回路から受信信号を受取り、送信回路およびアンテナを介して送信される送信信号の送信指向性を制御しかつアンテナおよび受信回路を介して受信される受信信号の受信指向性を制御する制御手段とを備える。

【0061】

キャリブレーション方法は、キャリブレーション時に送信回路の出力を受信回路の入力に接続するように切換手段を制御して、送信回路および受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第1の情報を算出するステップと、キャリブレーション時に基準信号を受信回路の入力に接続す

るように切換手段を制御して、受信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第2の情報を算出するステップと、第1の情報から第2の情報を減算することにより、送信回路を通過する信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第3の情報を算出するステップと、第2の情報および第3の情報に基づいて、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差を補正する補正値を算出するステップとを含んでいる。

【0062】

したがって、請求項14の発明によれば、基準信号発生器と複数の無線系とからなる無線装置において、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差をアンテナ指向性の制御に反映させて指向性の誤差を補正するキャリブレーションが可能となる。

【0063】

請求項15の発明によれば、請求項12から14のいずれかの発明のキャリブレーション方法において、第2の情報を算出するステップは、基準信号発生器から切換手段までの経路を通過する基準信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第4の情報を予め検出して記憶するステップと、基準信号発生器から切換手段を介して受信回路を通過する基準信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量に関する第5の情報を算出するステップと、第5の情報から第4の情報を減算することにより第2の情報を算出するステップとを含んでいる。

【0064】

したがって、請求項15の発明によれば、基準信号発生器から切換手段までの経路を通過する基準信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量を予め検出しておくことにより、受信回路を通過する基準信号の位相回転量および／または振幅変動量を容易に算出することができる。

【0065】

請求項16の発明によれば、請求項15の発明のキャリブレーション方法において、第1の情報を算出するステップは、送信回路および受信回路を通過する信

号に生じる位相回転量および／または振幅変動量を所定回数算出してその平均値を第 1 の情報として供給し、第 5 の情報を算出するステップは、基準信号発生器から切換手段を介して受信回路を通過する基準信号に生じる位相回転量および／または振幅変動量を所定回数算出してその平均値を第 5 の情報として供給する。

【0066】

したがって、請求項 16 の発明では、平均化処理により、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差の測定精度を向上させることができる。

【0067】

請求項 17 の発明によれば、請求項 12 から 16 のいずれかの発明のキャリブレーション方法において、送信回路に供給する送信信号の送信周波数を順次変更するステップと、異なる送信周波数の送信信号ごとに補正値を算出するステップを繰返すステップとをさらに含んでいる。

【0068】

したがって、請求項 17 の発明では、送信回路および受信回路の位相・振幅特性は送信周波数に依存するため、複数の送信周波数における測定により、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差の測定精度を向上させることができる。

【0069】

請求項 18 の発明によれば、請求項 17 の発明のキャリブレーション方法において、異なる送信周波数の送信信号ごとに算出された補正値に基づいて内挿補完により他の送信周波数の送信信号における補正値を算出するステップをさらに含んでいる。

【0070】

したがって、請求項 18 の発明では、測定すべき送信周波数が多い場合、代表的な送信周波数で測定を行ないその結果に基づいて内挿補完を行なうことにより、必要なすべての送信周波数において、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差を測定することができる。

【0071】

請求項 1 9 の発明によれば、請求項 1 2 から 1 6 のいずれかの発明のキャリブレーション方法において、送信回路に供給する送信信号の送信パワーを順次変更するステップと、異なる送信パワーの送信信号ごとに補正値を算出するステップを繰り返すステップとをさらに含んでいる。

【 0 0 7 2 】

したがって、請求項 1 9 の発明では、送信回路および受信回路の位相・振幅特性は送信パワーに依存するため、複数の送信パワーにおける測定により、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差の測定精度を向上させることができる。

【 0 0 7 3 】

請求項 2 0 の発明によれば、請求項 1 9 の発明のキャリブレーション方法において、異なる送信パワーの送信信号ごとに算出された補正値に基づいて内挿補完により他の送信パワーの送信信号における補正値を算出するステップをさらに含んでいる。

【 0 0 7 4 】

したがって、請求項 2 0 の発明では、測定すべき送信パワーが多い場合、代表的な送信パワーで測定を行ない、その結果に基づいて内挿補完を行なうことにより、必要なすべての送信パワーにおいて、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差を測定することができる。

【 0 0 7 5 】

請求項 2 1 の発明によれば、請求項 1 2 から 1 6 のいずれかの発明のキャリブレーション方法において、送信回路に供給する送信信号の送信周波数および送信パワーを順次変更するステップと、異なる送信周波数および異なる送信パワーの送信信号ごとに補正値を算出するステップを繰り返すステップとを含んでいる。

【 0 0 7 6 】

したがって、請求項 2 1 の発明では、送信回路および受信回路の位相・振幅特性は送信周波数および送信パワーに依存するため、複数の送信周波数および複数の送信パワーにおける測定により、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差の測定精度を向上させることができる。

【0077】

請求項22の発明によれば、請求項21の発明のキャリブレーション方法において、異なる送信周波数および異なる送信パワーの送信信号ごとに算出された補正值に基づいて内挿補完により他の送信周波数および他の送信パワーの送信信号における補正值を算出するステップをさらに含んでいる。

【0078】

したがって、請求項22の発明では、測定すべき送信周波数および送信パワーが多い場合、代表的な送信周波数および送信パワーで測定を行ないその結果に基づいて内挿補完を行なうことにより、必要なすべての送信周波数および送信パワーにおいて、送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差を測定することができる。

【0079】

【発明の実施の形態】

図1は、この発明による無線装置における、送信回路と受信回路との間の位相回転量および振幅変動量の差の補正の概念を説明するための概略ブロック図である。なお、図1および後述する各図の実施の形態に示された無線装置は、たとえば図16～図19に示したようなアダプティブアレイ無線基地局を構成する複数（ n 個）のアンテナに対応する複数の信号伝送系（以下、無線系と称する）の各単位としての（たとえば x 番目の）無線装置である。

【0080】

図1の無線装置において、アンテナ指向性制御回路として機能するプロセッサ100は、送信指向性計算部100Tおよび受信指向性計算部100Rを含み、これらはそれぞれ、図17に示したアダプティブアレイ無線基地局の送信部1Tおよび受信部1Rに基本的に対応している。

【0081】

図1の送信指向性計算部100Tで送信指向性が計算され制御されたデジタル送信信号は、図17の例では図示省略されていたD/Aコンバータ101によってアナログ送信信号に変換される。

【0082】

このアナログ送信信号は、アンプ、フィルタ、ミキサー等によって構成される送信RF回路(x)102(xは無線系xであることを示す)を介して必要な処理が施された後、アンテナスイッチ103を介してアンテナ104から送信される。

【0083】

なお、以後の説明において、「送信回路」というとき、D/Aコンバータ101の出力から送信RF回路102を介してアンテナスイッチ103の入力に至るまでの全経路およびそこに含まれる部品要素を総称するものとする。

【0084】

一方、アンテナ104で受信された受信信号は、アンテナスイッチ103を介して、アンプ、フィルタ、ミキサー等によって構成された受信RF回路(x)105で必要な処理が施された後、図17の例では図示省略されていたA/Dコンバータ106によってデジタル受信信号に変換される。

【0085】

このデジタル受信信号は、アンテナ指向性制御回路として機能するプロセッサ100の受信指向性制御部100Rによって受取られ、その受信指向性が計算され制御される。

【0086】

なお、以後の説明において、「受信回路」というとき、アンテナスイッチ103の出力から受信RF回路105を介してA/Dコンバータ106の入力に至るまでの全経路およびそこに含まれる部品要素を総称するものとする。

【0087】

図17に関連して既に説明したように、受信信号に基づいて受信指向性計算部100Rによって計算されたウェイトベクトルのコピーまたは外挿されたウェイトベクトルが送信指向性計算部100Tに与えられる。これにより、送信信号の送信指向性が制御され、所望のユーザと当該無線基地局との間の指向性を伴った電波信号の送受信が可能となる。

【0088】

ここで、図1において、4個ある無線系のx番目の無線系(すなわち $x=1\sim$

4) の「送信回路」の位相回転量を $\Delta \theta_TXx$ 、振幅変動量を ΔAMP_TXx 、「受信回路」の位相回転量を $\Delta \theta_RXx$ 、振幅変動量を ΔAMP_RXx とする。

【0089】

位相回転量が「送信回路」と「受信回路」とで等しいとき、次式が成り立つ。

$$\Delta \theta_TXx = \Delta \theta_RXx, \quad (x = 1 \sim 4)$$

また、振幅変動量が「送信回路」と「受信回路」とで等しいとき、次式が成り立つ。

【0090】

$$\Delta AMP_TXx = \Delta AMP_RXx, \quad (x = 1 \sim 4)$$

このような理想的な条件が成り立つのであれば、受信側で計算されたウェイトベクトルをそのまま送信側のウェイトベクトルとすれば正しい送信アンテナ指向性を得ることができる。

【0091】

しかしながら前述のように、「送信回路」と「受信回路」との間のさまざまな特性差により、送信信号と受信信号との間に位相回転量の差、振幅変動量の差が生じてしまうことになる。そして、正しいアンテナ指向性を得るためにはこのような位相回転量の差および振幅変動量の差を補正するための補正值を求める必要がある。

【0092】

ここで、位相回転量の補正值を θ_HOSEIx とすると、

$$\theta_HOSEIx = \Delta \theta_RXx - \Delta \theta_TXx, \quad (x = 1 \sim 4)$$

として得ることができる。

【0093】

振幅変動量の補正值を AMP_HOSEIx とすると、

$$AMP_HOSEIx = \Delta AMP_RXx \div \Delta AMP_TXx, \quad (x = 1 \sim 4)$$

として得ることができる。このような補正值を用いて送信信号の送信指向性を補正することにより正しいアンテナ指向性を得ることができる。

【0094】

すなわち、送信信号の位相回転量に関しては次の補正が行なわれる。

$$\theta_HOSEI\ x + \Delta\theta_TX\ x = \Delta\theta_RX\ x, \quad (x = 1 \sim 4)$$

次に、送信信号の振幅変動量に関しては次の補正が行なわれる。

【0095】

$$AMP_HOSEI\ x \times \Delta AMP_TX\ x = \Delta AMP_RX\ x, \quad (x = 1 \sim 4)$$

このような位相回転量の補正值 $\theta_HOSEI\ x$ 、振幅変動量の補正值 $AMP_HOSEI\ x$ はプロセッサ 100 内の構成する補正信号生成回路 100H により生成される。

【0096】

次に、図 2 を参照して、この発明の実施の形態の無線装置のハード構成について説明する。

【0097】

プロセッサ 100 を構成する信号送信器（送信指向性計算部）100T から送信されたデジタル送信信号は D/A コンバータ 101 によってアナログ送信信号に変換され、送信 RF 回路 x を介してアンテナスイッチ 103 の一方の入力に与えられる。アンテナスイッチ 103 は、送信 RF 回路 x 102 の出力または受信 RF 回路 x 105 の入力のいずれかを択一的にアンテナ 104 に接続し（正常の送受信時）、以後に説明するキャリブレーション時には送信 RF 回路 x 102 の出力をストレートに受信 RF 回路 x 105 の入力に接続するようにも機能する。アンテナスイッチ 103 からの信号は受信 RF 回路 x 105 を介して A/D コンバータ 106 によりデジタル受信信号に変換され、プロセッサ 100 を構成する信号受信器（受信指向性計算部）100R に与えられる。

【0098】

なお、送信指向性計算部 100T および受信指向性計算部 100R における演算に必要なデータはメモリ 100M に適宜記憶される。

【0099】

この発明の実施の形態によると、所定の基準信号である $TX_sg(t)$ を発

生する基準信号発生器 107 が設けられており、この基準信号発生器 107 の動作はプロセッサ 100 により制御されている。この基準信号発生器 107 から発生される基準信号は所定の経路およびスイッチ 108 を介して、アンテナ 104 とアンテナスイッチ 103 との接続部にさらに接続されている（この基準信号発生器 107 からの経路は、なるべくアンテナスイッチ 103 に近い部分で接続される）。

【0100】

この基準信号発生器 107 の出力からアンテナ 104 に接続される部位に至るまでの経路の基準信号の位相回転量は $\Delta \theta_SGx$ であり、その経路の振幅変動量は ΔAMP_SGx である。

【0101】

なお、この基準信号発生器 107 は、アダプティブアレイ無線装置のような複数の無線系からなる無線基地局の各無線系ごとに設けられていてもよく、また複数の無線系を含む無線基地局全体に対して 1 つ設けられてもよい。

【0102】

以下に説明する補正值算出のための動作において、送信 RF 回路 x の入力をストレートにアンテナスイッチ 103 を通過させて受信 RF 回路 x 105 で受信させる動作をループバックモード（LB モード）と称し、一方、基準信号発生器 107 から発生した基準信号をスイッチ 108、アンテナ 104 およびアンテナスイッチ 103 を介して受信 RF 回路 x 105 で受信する動作を基準信号受信モード（SG モード）と称することにする。

【0103】

まず、ループバックモードによる信号測定動作について説明する。図 3 は、このようなループバックモードの動作を実行するための接続関係を示す図である。このループバックモードにおいては、送信 RF 回路 x の出力がアンテナスイッチ 103 をストレートに通過して受信 RF 回路 x の入力に接続される。一方基準信号発生器 107 とアンテナ 104 との経路に設けられたスイッチ 108 は開かれており、基準信号がアンテナ 104 に印加されることはない。

【0104】

このようにして、信号送信器 100T から出力されて「送信回路」および「受信回路」を通過した信号が信号受信器 100R で受信され、「送信回路」および「受信回路」の双方を通過した信号の位相回転量および振幅変動量がプロセッサ 100 によって算出されてメモリ 100M に蓄積される。以下に、このようなループバック系動作における位相回転量と振幅変動量の計算手順について説明する。

【0105】

まず、本願発明の無線装置を備えたアダプティブアレイ無線基地局のアンテナ素子数を N 本とすると、それぞれのアンテナの受信回路から出力される信号は次式で表わされる。

【0106】

【数 1】

$$RX_1(t) = h_{1lb} S_{lb}(t) + n_1(t)$$

$$RX_2(t) = h_{2lb} S_{lb}(t) + n_2(t)$$

...

$$RX_N(t) = h_{Nlb} S_{lb}(t) + n_N(t)$$

【0107】

ここで、 $RX_j(t)$ は、 j 番目のアンテナの受信信号を示す ($j = 1, 2, \dots, N$)

$S_{lb}(t)$ は、送信信号を示す。

【0108】

h_{jlb} は、 j 番目のアンテナに受信された、送信信号の複素係数を示す。

$n_j(t)$ は、 j 番目の受信信号に含まれる雑音を示している。上の式をベクトル表記で示すと次のようになる。

【0109】

【数 2】

$$\mathbf{X}(t) = \mathbf{H}_{lb} \mathbf{S}_{lb}(t) + \mathbf{N}(t)$$

$$\mathbf{X}(t) = [\mathbf{RX}_1(t), \mathbf{RX}_2(t), \dots, \mathbf{RX}_N(t)]^T$$

$$\mathbf{H}_{lb} = [h_{1lb}, h_{2lb}, \dots, h_{Nlb}]^T$$

$$\mathbf{N}(t) = [n_1(t), n_2(t), \dots, n_N(t)]^T$$

$\mathbf{X}(t)$ は入力信号ベクトルを示し

$\mathbf{H}_{lb}(t)$ は送信信号の受信信号ベクトルを示し

$\mathbf{N}(t)$ は雑音ベクトルを示す

【0110】

ここで $[\cdot]^T$ は $[\cdot]$ の転置を示している。

ここで、プロセッサ 100 において上述の入力信号ベクトルで示される受信信号と、既知の送信信号 $\mathbf{S}_{lb}(t)$ とを掛け合わせてアンサンブル平均（時間平均）を計算する。ここで $E[\cdot]$ は、 $[\cdot]$ の時間平均を示し、 $\mathbf{S}_{lb}^*(t)$ は $\mathbf{S}(t)$ の共役複素数を示し、平均時間が十分長いものとする下記式が得られる。

【0111】

【数 3】

$$E[\mathbf{X}(t)\mathbf{S}_{lb}^*(t)] = \mathbf{H}_{lb} E[\mathbf{S}_{lb}(t)\mathbf{S}_{lb}^*(t)] + E[\mathbf{N}(t)\mathbf{S}_{lb}^*(t)] \quad \dots (i)$$

平均時間が十分長いと、

$$E[\mathbf{S}_{lb}(t)\mathbf{S}_{lb}^*(t)] = 1 \quad \dots (ii)$$

$$E[\mathbf{N}(t)\mathbf{S}_{lb}^*(t)] = 0 \quad (\mathbf{S}_{lb}(t) \text{ と } \mathbf{N}(t) \text{ 雑音信号に相関がないため}) \quad \dots (iii)$$

(i) (ii) (iii) 式より送信信号の応答ベクトル \mathbf{H}_{lb} は

$$E[\mathbf{X}(t)\mathbf{S}_{lb}^*(t)] = \mathbf{H}_{lb}$$

一般に \mathbf{H}_{lb} は複素数で表わされる。

$$\mathbf{H}_{lb} = [h_{1lb}, h_{2lb}, \dots, h_{Nlb}]^T$$

【0112】

この結果、ある無線系 x におけるループバックモードの受信信号の位相回転量 $LB_ \theta x$ と、振幅変動量 $LB_AMP x$ とは、図 4 から明らかなように、以下のように求められる。

【0113】

$$LB_AMP x = |h_{xlb}|$$

$$LB_ \theta x = \tan^{-1} (\operatorname{Im} \{h_{xlb}\} / \operatorname{Re} \{h_{xlb}\})$$

次に、この発明の実施の形態による基準信号受信モードの動作について説明する。本願の図 5 に示した無線系 x の無線装置では、送信 RF 回路 x の入力はどこにも接続されていないのに対し、プロセッサ 100 により制御される基準信号発生器 107 からの基準信号がスイッチ 108、アンテナ 104 およびアンテナスイッチ 103 を介して受信 RF 回路 x 105 の入力に接続されている。この基準信号発生器 107 から、前述の送信回路からの送信信号と同様の変調波が出力され受信回路で受信された場合には、前述のアンサンブル平均を用いた信号処理により基準信号の位相回転量および振幅変動量が計算される。一方、基準信号発生器から無変調波が出力され受信回路で受信された場合の位相回転量および振幅変動量の計算手順は次のとおりである。すなわち、無変調波を受信しダウンコンバートすると x 個への無線系へのそれぞれの受信信号は次式のように表わされる。

【0114】

【数 4】

$$RX_1(t) = h_{1lb} + n_1(t)$$

$$RX_2(t) = h_{2lb} + n_2(t)$$

...

$$RX_N(t) = h_{Nlb} + n_N(t)$$

十分なパワーで信号を送出すると、

$h_{ilb} \gg n_i(t), (i=1, 2, \dots, N)$ なので、

$$H_{lb} = [h_{1lb}, h_{2lb}, \dots, h_{Nlb}]^T = [RX_1(t), RX_2(t), \dots, RX_N(t)]^T$$

【0115】

したがって基準信号受信モードでの無線系 x における受信信号の位相回転量 $SG_ \theta x$ と、振幅変動量 $SG_AMP x$ とは、下記の式に基づき計算することが

可能であり、その計算結果はプロセッサ 100 のメモリ 100M に格納される。

【0116】

$$SG_AMP_x = |RX_x(t)|$$

$$SG_θ_x = \tan^{-1} (Im \{RX_x(t)\} / Re \{RX_x(t)\})$$

次に、この発明の実施の形態の無線装置による、送受信系の位相回転量および振幅変動量の補正値の算出方法について詳細に説明する。この補正値の算出方法は、概略説明すると次のとおりである。

【0117】

まず、前述のループバックモードの動作により「送信回路」および「受信回路」を通過する信号の位相回転量および送信回転量を算出して記憶しておき、一方で基準信号受信モードの動作によって生じる信号の位相回転量および振幅変動量を算出し、記憶する。そして、基準信号受信モードにおける位相振幅量および振幅変動量から、基準信号発生器からアンテナスイッチまでの経路における固定された位相回転量および振幅変動量を事前に計測して減算することにより、「受信回路」において基準信号によって発生する位相回転量および振幅変動量を算出し、これをループバックモード動作によって得られた位相回転量および振幅変動量から減算する。これにより、「送信回路」に発生する位相回転量および振幅変動量を得ることができ、先に得た「受信回路」の位相回転量および振幅変動量とから、両者の差を算出し、「送信回路」における送信時の補正値として用いるようにしたものである。

【0118】

以下に、補正値の計算方法についてより詳細に説明する。

〔手順1 テーブル作成〕

このような補正値算出手順の前段階として、まず基準信号発生器 107 の出力から基準信号の経路がアンテナスイッチ 103 に接続する地点までの一定の位相回転量および振幅変動量を予め計測しておく必要がある。このような計測は製品の出荷前に一度行なわれるものであり、得られた結果は予めメモリに記憶される。

【0119】

より詳細に、複数の無線系からなる無線基地局に対して1つまたは各無線系ごとに設けられている基準信号発生器から基準信号の経路のアンテナ104への接合部までの $\Delta \theta_SGx$ 、振幅変動量 ΔAMP_SGx を予め出荷前に屋内で、たとえばネットワークアナライザ等の計測装置を用いて測定し、既知の値としてプロセッサ100内のメモリ100Mに記録しておく。

【0120】

$$\Delta \theta_SGx = \text{known}, (x=1\sim 4) \cdots (1)$$

$$\Delta AMP_SGx = \text{known}, (x=1\sim 4) \cdots (2)$$

[手順2 測定1=ループバックモード]

無線基地局を構成するすべての無線系において図3に示すようなループバック動作モードを形成し、信号送信器から固定送信パターンの送信信号を送信し、「送信回路」および「受信回路」を介して信号受信器で受信することにより、「送信信号」および「受信信号」の総計（すなわちD/Aコンバータ101の出力からA/Dコンバータ106の入力まで）における位相回転量および振幅変動量を測定する。すなわち、前述のアンサンブル平均を用いた演算方法により位相回転量および振幅変動量が下記のように得られる。

【0121】

$$LB_ \theta x = \Delta \theta_TXx + \Delta \theta_RXx \cdots (3)$$

$$LB_AMPx = \Delta AMP_TXx \times \Delta AMP_RXx \cdots (4)$$

[手順3 測定2=基準信号受信モード]

図5に示すように、基準信号発生回路107から基準信号を発生させ、指定した「受信回路」でその信号を受信することにより、「受信回路」の位相回転量と振幅変動量とを測定することができる。すなわち前述の計算式により下記の結果が得られる。

【0122】

$$SG_ \theta x = \Delta \theta_SGx + \Delta \theta_RXx \cdots (5)$$

$$SG_AMPx = \Delta AMP_SGx \times \Delta AMP_RXx \cdots (6)$$

[手順4 計算]

ループバックモードおよび基準信号受信モードの2種類の測定によって上記（

3) ~ (6) の4つの式が得られるので、これらの式から「送信回路」の位相回転量および振幅変動量を計算によって求め、ひいては位相回転量および振幅変動量の補正値を求めることができる。

【0123】

まず、ループバックモードにおける位相回転量から「受信回路」の位相回転量を減算すると「送信回路」の位相回転量が求められる。すなわち、

$$\Delta \theta_TXx = LB_ \theta x - \Delta \theta_RXx = LB_ \theta x - (SG_ \theta x - \Delta \theta_SGx) = LB_ \theta x + \Delta \theta_SGx - SG_ \theta x \cdots (7)$$

同様に、「送信回路」における振幅変動量はループバックモードにおける振幅変動量を「受信回路」における振幅変動量で除算することにより次のように得られる。

【0124】

$$\Delta AMP_TXx = LB_AMPx \div \Delta AMP_RXx = LB_AMPx \div (SG_AMPx \div \Delta AMP_SGx) = LB_AMPx \times \Delta AMP_SGx \div SG_AMPx \cdots (8)$$

したがって、位相回転量の補正値 $\theta_HOSEIx = \Delta \theta_RXx - \Delta \theta_TXt$ と表わされ、ここに上記(5)式および(7)式の内容を代入すると、 $\theta_HOSEIx = (SG_ \theta x - \Delta \theta_SGx) - (LB_ \theta x + \Delta \theta_SGx - SG_ \theta x)$ が得られる。

【0125】

この式を整理して、最終的に次式が得られる。

$$\theta_HOSEIx = 2 \times SG_ \theta x - 2 \times \Delta \theta_SGx - LB_ \theta x \cdots (9)$$

一方、振幅変動量の補正値 $AMP_HOSEIx = \Delta AMP_RXx \div \Delta AMP_TXx$ で表わされる。ここで上述の(6)式および(8)式を代入すると、 $AMP_HOSEIx = (SG_AMPx \div \Delta AMP_SGx) \div (LB_AMPx \times \Delta AMP_SGx \div SG_AMPx)$ となる。これを整理すると最終的に下記の補正値が求まる。

【0126】

$$AMP_HOSEIx = SG_AMPx \times SG_AMPx \div \Delta AMP_SGx$$

$\div \Delta \text{AMP_SG} \times \div \text{LB_AMP} \times \cdots (10)$

このような位相回転量の補正值 $\theta_HOSEI \times$ および振幅変動量の補正值 $\text{AMP_HOSEI} \times$ の計算は、現実には、プロセッサ 100 によってソフトウェア的に実行される。図 6 から図 9 および図 11 から図 14 はこの発明の補正值計算動作をソフトウェア的に実現するそれぞれの実施の形態のフロー図である。

【0127】

以下に説明する各実施形態による補正值計算処理、すなわちアンテナ指向性のキャリブレーションは、アダプティブアレイ無線基地局の動作中にある時間間隔で、たとえば 1 日に数回程度、自動的に実行される。これは、1 日のうちでも時刻によって気温等の各種条件が変化し、回路素子の特性等もこれに応じて変化するからである。

【0128】

一方、先に説明したように、基準信号発生器 107 の出力からアンテナ 104 に至るまでの基準信号経路における位相回転量および振幅変動量は、無線装置の出荷前に測定機器を用いて予め測定され、演算回路 100 のメモリ 100M のテーブルに記憶されるものとする〔手順 1〕。この測定動作は、出荷前にのみ行なわれ、各キャリブレーション時（補正值計算時）には行なわれないため、以下に説明する各フロー図には含まれていない。

【0129】

〔実施の形態 1〕

図 6 は、この発明の実施の形態 1 による補正值計算処理を示すフロー図である。

【0130】

まず、プロセッサ 100 により、補正值計算の開始が指示される（ステップ S1）。

【0131】

そして、プロセッサ 100 の制御により、前述のループバックモードの接続関係（図 3）が実行され、信号送信器 100T および D/A コンバータ 101 から信号が送信される（ステップ S2）。

【0132】

送信された信号は、ループバックモードで「送信回路」および「受信回路」の双方を通過し、A/Dコンバータ106および信号受信器100Rで受信される（ステップS3）。

【0133】

プロセッサ100はループバックモードを介して受信した信号の位相回転量（式（3））および振幅変動量（式（4））を、先に説明した【手順2】により算出してメモリ100Mに記憶する（ステップS4）。

【0134】

次に、プロセッサ100の制御により、前述の基準信号受信モードの接続関係（図5）が実行され、基準信号発生器107から基準信号が送信される（ステップS5）。

【0135】

送信された基準信号は、基準信号受信モードで「受信回路」を通過し、A/Dコンバータ106および信号受信器100Rで受信される（ステップS6）。

【0136】

プロセッサ100は、基準信号受信モードを介して受信した信号の位相回転量（式（5））および振幅変動量（式（6））を、先に説明した【手順3】により算出してメモリ100Mに記憶する（ステップS7）。

【0137】

次に、ステップS4およびS7において計算した位相回転量および振幅変動量、ならびに出荷前に予め測定されていた基準信号発生器107からアンテナ104に至るまでの既知の位相回転量および振幅変動量に基づいて、先に説明した【手順4】により位相回転量の補正值 $\theta_HOSEI \times$ および振幅変動量の補正值 $AMP_HOSEI \times$ を計算する（ステップS8）。

【0138】

そして、プロセッサ100は、補正值の計算を完了する（ステップS9）。

以後、送信信号の位相回転量および振幅変動量をそれぞれ上記補正值によって予め補正することにより、正しいアンテナ送信指向性を得ることができる。すな

わち、正しいアンテナ指向性を得るためのキャリブレーションが実行されたことになる。

【0139】

〔実施の形態2〕

図7は、この発明の実施の形態2による補正值計算処理を示すフロー図である。

【0140】

図6の実施の形態1のようにループバックモードで一度、基準信号受信モードで一度、測定を行なうのでは、必ずしも正確な受信信号の位相回転量および振幅変動量を得ることができない場合がある。このため、測定精度の向上を図るため、ループバックモード、基準信号受信モードのいずれにおいても、任意に設定した回数（たとえば4～10回程度）測定を行ない、その結果を平均化した上で、受信信号の位相回転量および振幅変動量の計算を行なうことが考えられる。

【0141】

図7の実施の形態2では、補正值計算開始が指示されると（ステップS11）、変数Iが0にセットされ（ステップS12）、 $I=0$ が所定回数に達していないことが判断される（ステップS13）。

【0142】

その結果、ループバックモードにおける受信信号の位相回転量および振幅変動量の〔手順2〕による計算がなされ、その結果がメモリに記憶される（ステップS14～S16）。そして、変数Iが1だけ更新される（ステップS17）。

【0143】

以下、変数Iが所定回数を越えたことが判断されるまで、受信信号の位相回転量および振幅変動量の計算（ステップS14～S17）が繰返され、変数Iが所定の回数を超えたことが判断されると（ステップS13）、それまでに計算され記憶されていた位相回転量および振幅変動量のそれぞれの平均値が計算される（ステップS18）。

【0144】

次にステップS19において、再度変数Iが0に設定され、 $I=0$ が所定回数

に達していないことが判断される（ステップ S 2 0）。

【0145】

その結果、基準信号受信モードにおける受信信号の位相回転量および振幅変動量の〔手順 2〕による計算がなされメモリに記憶され（ステップ S 2 1～S 2 3）、変数 I が 1 だけ更新される（ステップ S 2 4）。

【0146】

以下、変数 I が所定回数を超えたことが判断されるまで、受信信号の位相回転量および振幅変動量の計算（ステップ S 2 1～S 2 4）が繰返され、変数 I が所定の回数を超えたことが判断されると（ステップ S 2 0）、それまでに計算されていた位相回転量および振幅変動量のそれぞれの平均値が計算される（ステップ S 2 5）。

【0147】

次に、ステップ S 1 8 および S 2 5 において平均化され記憶されていた受信信号の位相回転量および振幅変動量に基づき、そして出荷前に事前に測定されていた基準信号発生器 1 0 7 からアンテナ 1 0 4 に至るまでの位相回転量および振幅変動量に基づいて、前述の〔手順 4〕により、位相回転量の補正值 $\theta_HOSE I \times$ および振幅変動量の補正值 $AMP_HOSE I \times$ が計算される（ステップ S 2 6）。

【0148】

そして、プロセッサ 1 0 0 は、補正值の計算を完了する（ステップ S 2 7）。

〔実施の形態 3〕

図 8 は、この発明の実施の形態 3 による補正值計算処理を示すフロー図である。

【0149】

一般に、「送信回路」および「受信回路」に含まれるアンプ、フィルタ、ミキサ等の位相および振幅の特性は、送信信号の周波数に依存して変化する傾向がある。

【0150】

したがって、補正值の測定の精度を向上させるためには、複数の送信周波数の

それぞれにおいて、ループバックモードでの測定および基準信号受信モードでの測定を行ない、複数の送信周波数のそれぞれごとに補正値を算出することが望ましい。

【0151】

図8の実施の形態3では、プロセッサ100により補正値の計算開始が指示されると（ステップS31）、まず所望の送信周波数 f_1 が設定される（ステップS32）。その後、図6の実施の形態1のステップS2～S8と同じ処理であるステップS33～S39が実行され、ステップS39において、送信周波数 f_1 に対する受信信号の位相回転量および振幅変動量のそれぞれの補正値 θ_HOSEIx , AMP_HOSEIx が算出される。算出されたこれらの補正値は、メモリ100M内のテーブルの所定の領域に書込まれる（ステップS40）。

【0152】

所定の全送信周波数での測定が完了していなければ（ステップS41）、送信周波数を次の周波数 f_2 に変更し（ステップS42）、同様にステップS33～S39を繰返して、送信周波数 f_2 に対する位相回転量および振幅変動量の補正値を算出し、メモリ100M内のテーブルの所定の領域に書込む（ステップS40）。

【0153】

このように送信周波数を変更しながら位相回転量および振幅変動量の算出と記憶を繰返し、全送信周波数での測定が終了したことが判断されると（ステップS41）、プロセッサ100は補正値の計算を完了する（ステップS43）。

【0154】

【実施の形態4】

図9は、この発明の実施の形態4による補正値計算処理を示すフロー図である。

【0155】

上述の実施の形態3では、複数の予め定められた送信周波数のそれぞれごとに位相回転量および振幅変動量の補正値を求め、メモリ100M内のテーブルの所定の領域に記憶するように構成した。

【0156】

しかしながら、測定すべき所望の送信周波数が非常に多いとき、すべての送信周波数に対して測定および計算を行なうことが合理的でない場合がある。このような場合には、測定すべき多数の送信周波数のうち、代表的な送信周波数に対してのみ位相回転量および振幅変動量の測定および補正値の計算を行ない、その結果を用いた内挿補完を行なうことにより、上記代表周波数以外の所望のすべての送信周波数に対する補正値を得ることが可能である。

【0157】

図9の実施の形態4では、図8の実施の形態3の処理に加えて、補正値の内挿補完処理のステップS44を付加したものである。ステップS41においてすべての代表周波数に対応する補正値の計算およびテーブルへの書込が終了した後、図10に示す内挿補完方法により、他の送信周波数に対する補正値が算出される。

【0158】

以下に、図10のグラフを参照して、内挿補完の方法について説明する。

実際に求めようとする送信周波数を $Freq$ とし、その周波数における位相回転量および振幅変動量の補正値をそれぞれ PHA および AMP とする。

【0159】

ここで、この送信周波数 $Freq$ より高い1つの代表送信周波数を $Freq_high$ とし、この送信周波数 $Freq$ より低い1つの代表送信周波数を $Freq_low$ とする。そして、1つの代表周波数である $Freq_high$ での測定により得られた位相回転量および振幅変動量の補正値をそれぞれ PHA_high および AMP_high とし、もう1つの代表周波数である $Freq_low$ での測定により得られた位相回転量および振幅変動量の補正値をそれぞれ PHA_low および AMP_low とする。

【0160】

このような条件下で、求める送信周波数に対する補正値 PHA および AMP は図10に示す内挿補完により、次式のように求められる。

【0161】

【数 5】

$$lf = \text{Freq_High} - \text{Freq_Low}$$

$$af = \text{Freq_High} - \text{Freq}$$

$$bf = \text{Freq} - \text{Freq_Low}$$

$$\text{PHA} = (af * \text{PHA_low} + bf * \text{PHA_high}) / lf$$

$$\text{AMP} = (af * \text{AMP_low} + bf * \text{AMP_high}) / lf$$

【0162】

〔実施の形態 5〕

図 11 は、この発明の実施の形態 5 による補正值計算処理を示すフロー図である。

【0163】

一般に「送信回路」および「受信回路」に含まれるアンプ、フィルタ、ミキサ等の位相および振幅の特性は、送信信号の送信パワーに依存して変化する傾向がある。

【0164】

したがって、補正值の測定の精度を向上させるためには、複数の送信パワーのそれぞれにおいて、ループバックモードでの測定および基準信号受信モードでの測定を行ない、複数の送信パワーのそれぞれのごとに補正值を算出することが望ましい。

【0165】

図 11 の実施の形態 5 では、プロセッサ 100 により補正值の計算開始が指示されると（ステップ S51）、まず所望の送信パワー p_1 が設定される（ステップ S52）。その後、図 6 の実施の形態 1 のステップ 2～ステップ 8 と同じ処理であるステップ S53～S59 が実行され、ステップ S59 において送信パワー p_1 に対する位相回転量および振幅変動量のそれぞれの補正值 θ_HOSEI_x 、 AMP_HOSEI_x が算出される。算出されたこれらの補正值は、メモリ 100M 内のテーブルの所定の領域に書込まれる（ステップ S60）。

【0166】

所定の全送信パワーでの送信が完了していなければ（ステップ S 6 1）、送信パワーを次の送信パワー p_2 に変更し（ステップ S 6 2）、同様にステップ S 5 3～S 5 9 を繰返して、送信パワー p_2 に対する位相回転量および振幅変動量の補正値を算出し、メモリ 100M 内のテーブルの所定の領域に書込む（ステップ S 6 0）。

【0167】

このように、送信パワーを変更しながら位相回転量および振幅変動量の算出と記憶を繰返し、全送信パワーでの測定が終了したことが判断されると（ステップ S 6 1）、プロセッサ 100 は補正値の計算を完了する。

【0168】

〔実施の形態 6〕

図 12 は、この発明の実施の形態 6 による補正値計算処理を示すフロー図である。

【0169】

上述の実施の形態 5 では、複数の予め定められた送信パワーのそれぞれごとに位相回転量および振幅変動量の補正値を求め、メモリ 100M 内のテーブルの所定の領域に書込むように構成していた。

【0170】

しかしながら、測定すべき送信パワーが多いとき、すべての送信パワーに対して測定および計算を行なうことは合理的でない場合がある。このような場合には、測定すべき多数の送信パワーのうち、代表的な送信パワーに対して位相回転量および振幅変動量の測定および補正値の計算を行ない、その結果を用いた内挿補完を行なうことにより、上記代表送信パワー以外の所望のすべての送信パワーに対する補正値を得ることが可能である。

【0171】

図 12 の実施の形態 6 では、図 11 の実施の形態 5 に加えて、補正値の内挿補完処理のステップ S 6 4 を加えたものである。すなわち、ステップ S 6 1 においてすべての代表送信パワーに対する補正値の計算およびテーブルへの書込が終了した後、図 10 に関連して先に説明した内挿補完方法により他の送信パワーに対

する補正值が算出される。内挿補完の具体的な方法については図10を参照して既に詳細に説明したのでここでは繰返さない。

【0172】

〔実施の形態7〕

図13は、この発明の実施の形態7による補正值計算処理を示すフロー図である。

【0173】

一般に、「送信回路」および「受信回路」に含まれるアンプ、フィルタ、ミキサ等の位相および振幅の特性は、送信信号の送信周波数および送信パワーに依存して変化する傾向がある。

【0174】

したがって、補正值の測定の精度を向上させるためには、複数の送信周波数と複数の送信パワーとのそれぞれの組合せにおいて、ループバックモードでの測定および基準信号受信モードでの測定を行ない、複数の送信周波数と送信パワーのそれぞれの組合せごとに位相回転量および振幅変動量を補正值を算出することが望ましい。

【0175】

図13の実施の形態7では、プロセッサ100により補正值の計算開始が指示されると（ステップS71）、まず所望の送信周波数 f_1 が設定され（ステップS72）、さらに所望の送信パワー p_1 が設定される（ステップS73）。

【0176】

その後、図6の実施の形態1のステップS2～S8と同じ処理内容のステップS74～S80が実行され、ステップS80において、送信周波数 f_1 および送信パワー p_1 に対する位相回転量および振幅変動量の補正值 θ_HOSEIx 、 AMP_HOSEIx が算出される。算出されたこれらの補正值はメモリ100M内のテーブルの所定の領域に書込まれる（ステップS81）。

【0177】

所定の全送信パワーでの送信が完了していなければ（ステップS82）、送信周波数 f_1 を固定したまま送信パワーを次のパワー p_2 に変更し（ステップS8

3)、同様にステップS74～ステップS80を繰返し、送信周波数 f_1 および送信パワー p_2 に対する位相回転量および振幅変動量の補正值を算出し、メモリ100M内のテーブルの所定の領域に書込む(ステップS81)。

【0178】

このように、送信周波数を固定しつつ送信パワーを変更しながら、位相回転量および振幅変動量の算出および記憶を繰返し、送信周波数 f_1 における全送信パワーでの測定が終了したことが判定されると(ステップS82)、所定の全送信周波数に対する測定が完了していなければ(ステップS84)、送信周波数 f_1 を次の送信周波数 f_2 に変更し(ステップS85)、改めて送信パワーを p_1 に設定する(ステップS83)。

【0179】

以後、送信周波数 f_2 を保持しつつ送信パワーを順次変更しながら、ステップS74～S80を繰返し実行し、送信周波数 f_2 における全送信パワーでの測定の終了が判断されると(ステップS84)、所定の全送信周波数に対する送信が完了しているか否かが判断される(ステップS84)。

【0180】

そして、すべての送信周波数に対する測定が終了していなければ、送信周波数をさらに変更して(ステップS85)、上述の測定を繰返し、終了していればプロセッサ100は補正值の計算を終了する(ステップS86)。

【0181】

以後、送信信号の位相回転量および振幅変動量をそれぞれ、該当する送信周波数および送信パワーにおける補正值で予め補正することにより、正しいアンテナ指向性を実現するキャリブレーションが可能となる。

【0182】

〔実施の形態8〕

図14は、この発明の実施の形態8による補正值計算処理を示すフロー図である。

【0183】

上述の実施の形態7では、複数の予め定められた送信周波数および複数の予め

定められた送信パワーの組合せのそれぞれごとに位相回転量および振幅変動量の補正値を求め、メモリ 100M 内のテーブルの所定の領域に記憶した。

【0184】

しかしながら、測定すべき送信周波数および送信パワーが多いとき、すべての送信周波数および送信パワーの組合せに対し測定および計算を行なうことが合理的でない場合がある。このような場合には、測定すべき多数の送信周波数および送信パワーのうち、代表的な送信周波数および送信パワーの組合せに対して位相回転量および振幅変動量の測定および補正値の計算を行ない、その結果を用いた内挿補完を行なうことにより、上記代表周波数および代表パワー以外の所望のすべての送信周波数および送信パワーの組合せに対する補正値を得ることが可能である。

【0185】

図 14 の実施の形態 8 では、図 13 の実施の形態 7 に加えて、補正値の内挿補完処理のステップ S 87 が付加されている。ステップ S 84 においてすべての代表送信周波数および送信パワーに対する補正値の計算およびテーブルへの書込が終了した後、図 15 に示す内挿補完方法により、他の送信周波数および送信パワーの組合せに対する補正値が算出される。

【0186】

以下に、図 15 のグラフを参照して、内挿補完の方法について説明する。

まず、使用しようとする送信パワーよりも低い代表送信パワー $Power_Low$ に対して周波数方向の内挿補完を実行する。

【0187】

実際に送信しようとする送信周波数を TX_Freq とし、この送信周波数 TX_Freq より高い 1 つの代表送信周波数を $Freq_High$ とし、低い 1 つの代表送信周波数を $Freq_Low$ とする。

【0188】

上記 $Freq_Low$ での測定により得られた位相回転量および振幅変動量の補正値をそれぞれ $PHA1$, $AMP1$ とし、上記 $Freq_High$ での測定により得られた位相回転量および振幅変動量の補正値を $PHA2$, $AMP2$ とする

。このような条件下で $Power_Low$ に対する周波数方向の内挿補完により、使用する送信周波数 TX_Freq に対する補正值 $PHA5$ 、 $AMP5$ は、下記に示す式のように求められる。

【0189】

一方、使用しようとする送信パワーよりも高い代表送信パワー $Power_High$ に対して周波数方向の内挿補完を実行する。上記 $Freq_Low$ での測定により得られた位相回転量および振幅変動量の補正值を $PHA3$ 、 $AMP3$ とし、上記 $Freq_High$ での測定により得られた位相回転量および振幅変動量の補正值を $PHA4$ 、 $AMP4$ とする。このような条件下で $Power_High$ に対する周波数方向の内挿補完により、使用する送信周波数 TX_Freq に対する補正值 $PHA6$ 、 $AMP6$ は次式のように求められる。

【0190】

【数6】

$$lf = Freq_High - Freq_Low$$

$$af = Freq_High - TX_Freq$$

$$bf = TX_Freq - Freq_Low$$

$$PHA5 = (af * PHA1 + bf * PHA2) / lf$$

$$AMP5 = (af * AMP1 + bf * AMP2) / lf$$

$$PHA6 = (af * PHA3 + bf * PHA4) / lf$$

$$AMP6 = (af * AMP3 + bf * AMP4) / lf$$

【0191】

次に、使用する送信周波数 TX_Freq に対しパワー方向の内挿補完が行なわれる。

【0192】

$Power_Low$ での測定により得られた位相回転量および振幅変動量の補正值を $PHA5$ 、 $AMP5$ とし、 $Power_High$ での測定により得られる位相回転量および振幅変動量の補正值を $PHA6$ 、 $AMP6$ とする条件下で、使用しようとする送信パワー TX_Power に対する補正值 PHA 、 AMP は次

式のように求められる。

【0193】

【数7】

$$lp = \text{Power_High} - \text{Power_Low}$$

$$ap = \text{Power_High} - \text{TX_Power}$$

$$bp = \text{TX_Power} - \text{Power_Low}$$

$$\text{PHA} = (ap * \text{PHA5} + bp * \text{PHA6}) / lp$$

$$\text{AMP} = (ap * \text{AMP5} + bp * \text{AMP6}) / lp$$

【0194】

なお、上記内挿補完方法では、周波数方向の内挿補完を先に行ない、その後パワー方向の内挿補完を行なったが、逆にパワー方向の内挿補完を先に行ない、その後周波数方向の内挿補完を行なっても同様の効果を得ることができる。

【0195】

なお、これまでに説明した実施の形態のいずれにおいても、各無線系において送信回路と受信回路との間の振幅変動量の差が算出され補正されている。しかしながら、位相回転量の場合とは異なり、振幅変動量の場合には、送信回路と受信回路との間に特性差があること自体は大きな問題ではなく、送受信回路間の振幅変動量差がそれぞれの無線系において異なっていることが最大の問題である。したがって、振幅情報のキャリブレーションに関しては、上述の各実施の形態のように、各無線系の受信回路と送信回路との間の振幅変動量差が0となるように各無線系の振幅変動量を補正する方法の他に、それぞれの無線系の送受信回路間の振幅変動量差が共通のある値になるように各無線系の振幅変動量を制御するように構成してもよい。

【0196】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなく特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内のすべての変更が含まれることが意図される。

【0 1 9 7】

【発明の効果】

以上のように、この発明によれば、無線装置の送信回路と受信回路との間の位相回転量および／または振幅変動量の差をアンテナ指向性の制御に反映させるように構成したので、特別な測定回路を別途設けることなく簡単かつ安価な構成で、無線装置の受信回路と送信回路との間の伝送特性のキャリブレーション、すなわちアンテナ指向性のキャリブレーションを行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明による無線装置における送信回路と受信回路との間の位相回転量および振幅変動量の差の補正の概念を説明するための概略ブロック図である。

【図 2】

この発明による無線装置のハード構成を示す概略ブロック図である。

【図 3】

この発明による無線装置のループバックモードの接続関係を示す概略ブロック図である。

【図 4】

この発明による受信信号の位相および振幅を求めるためのグラフを示す図である。

【図 5】

この発明による無線装置の基準信号受信モードの接続関係を示す概略ブロック図である。

【図 6】

この発明の実施の形態 1 による補正值計算処理を示すフロー図である。

【図 7】

この発明の実施の形態 2 による補正值計算処理を示すフロー図である。

【図 8】

この発明の実施の形態 3 による補正值計算処理を示すフロー図である。

【図 9】

この発明の実施の形態 4 による補正值計算処理を示すフロー図である。

【図 1 0】

この発明の実施の形態 4 による内挿補完方法を示すグラフ図である。

【図 1 1】

この発明の実施の形態 5 による補正值計算処理を示すフロー図である。

【図 1 2】

この発明の実施の形態 6 による補正值計算処理を示すフロー図である。

【図 1 3】

この発明の実施の形態 7 による補正值計算処理を示すフロー図である。

【図 1 4】

この発明の実施の形態 8 による補正值計算処理を示すフロー図である。

【図 1 5】

この発明の実施の形態 8 による内挿補完処理を示すグラフ図である。

【図 1 6】

アダプティブアレイ無線基地局の基本動作を概念的に示す模式図である。

【図 1 7】

アダプティブアレイ無線基地局の構成を示す概略ブロック図である。

【図 1 8】

携帯電話機の電波信号のフレーム構成を示す概略図である。

【図 1 9】

アダプティブアレイ無線基地局とユーザとの間の電波信号の授受をイメージ化した模式図である。

【符号の説明】

1 0 0 プロセッサ

1 0 0 T 信号送信器（送信指向性計算部）

1 0 0 R 信号受信器（受信指向性計算部）

1 0 1 D/Aコンバータ

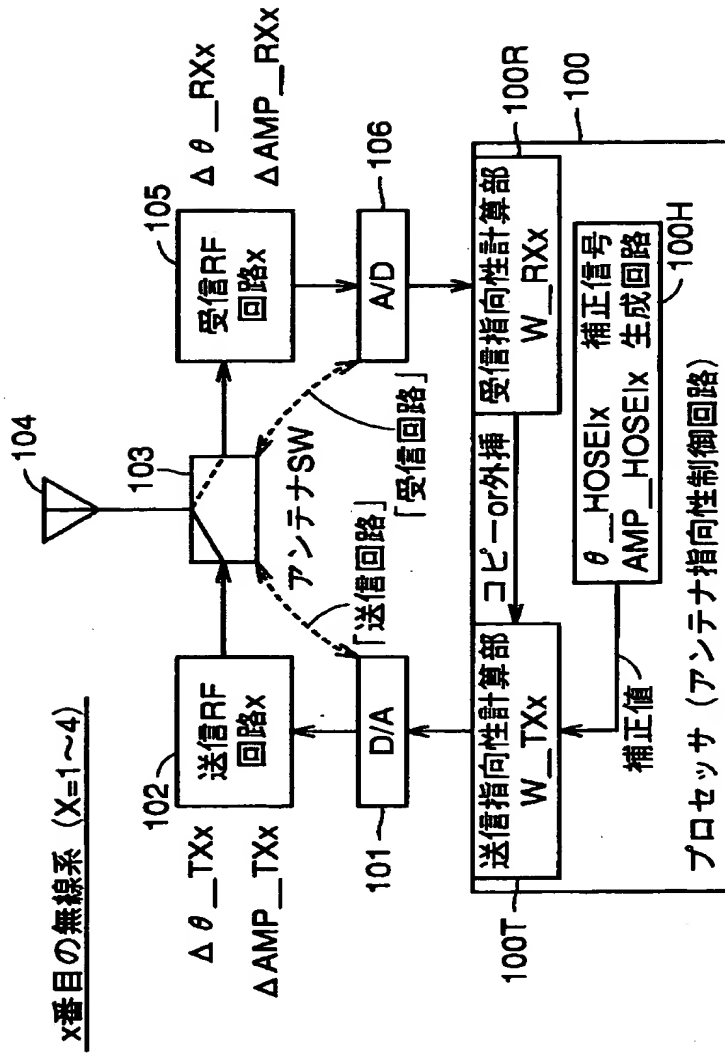
1 0 2 送信 R F 回路 x

1 0 3 アンテナスイッチ

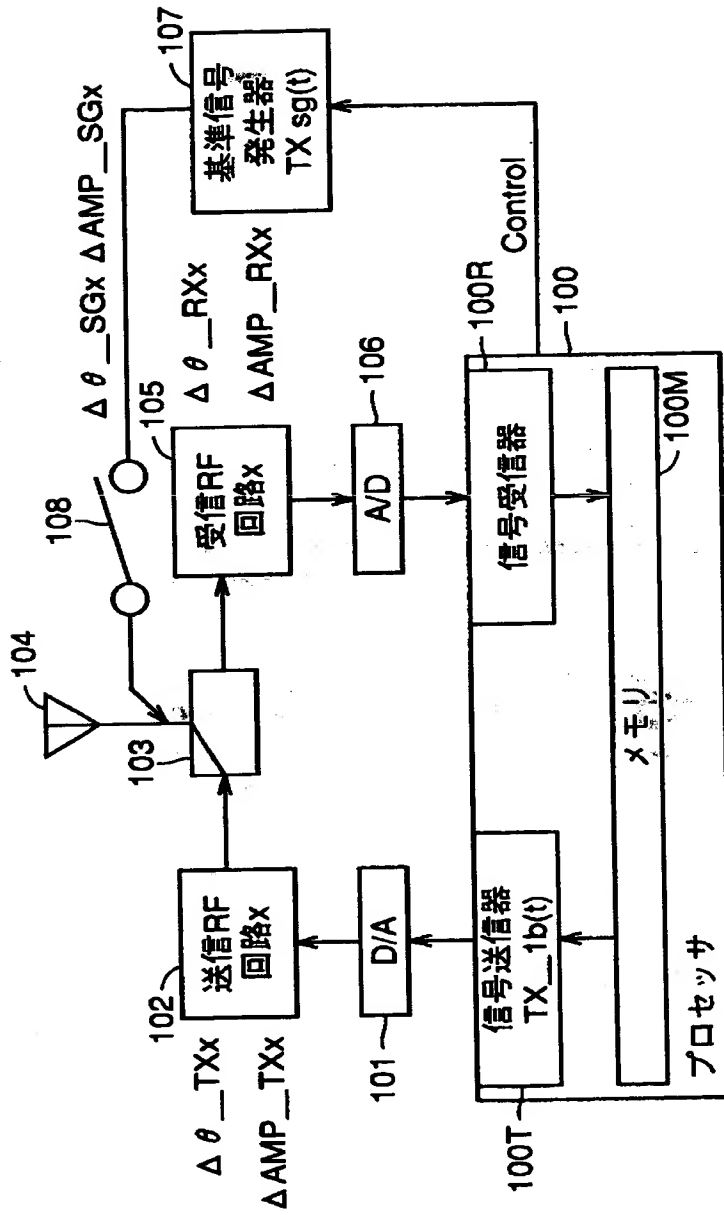
- 104 アンテナ
- 105 受信RF回路x
- 106 A/Dコンバータ
- 107 基準信号発生器
- 108 基準信号スイッチ

【書類名】 図面

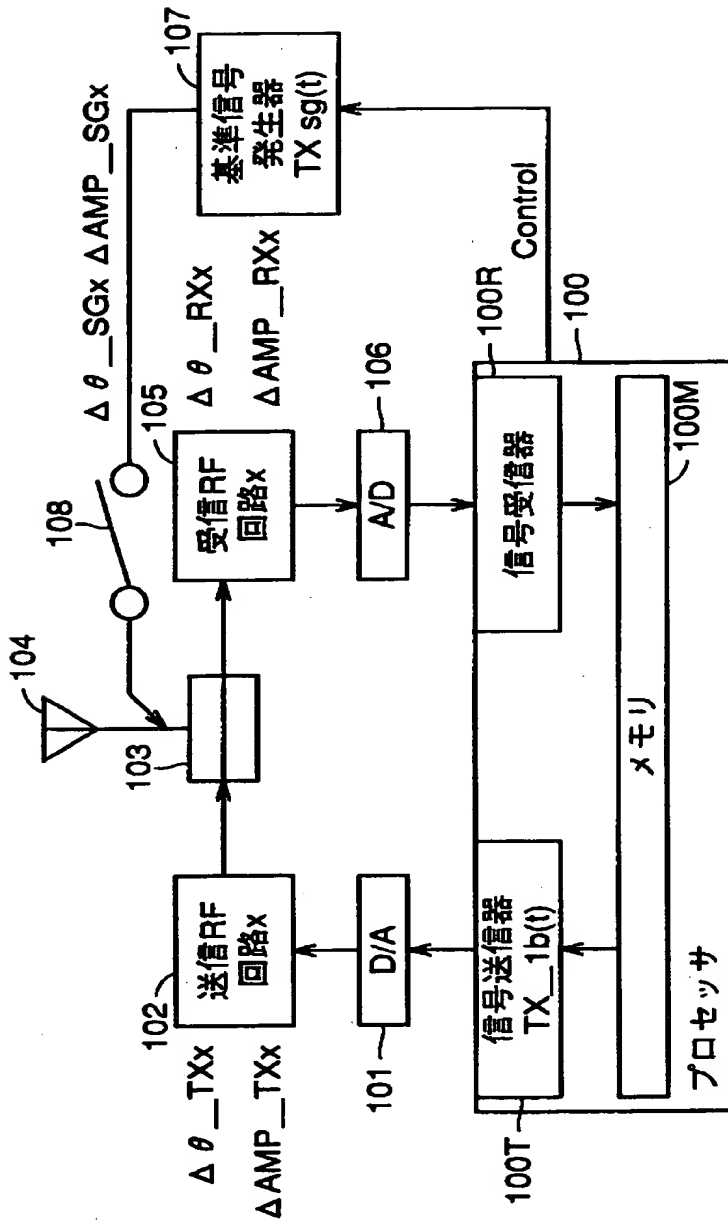
【図 1】



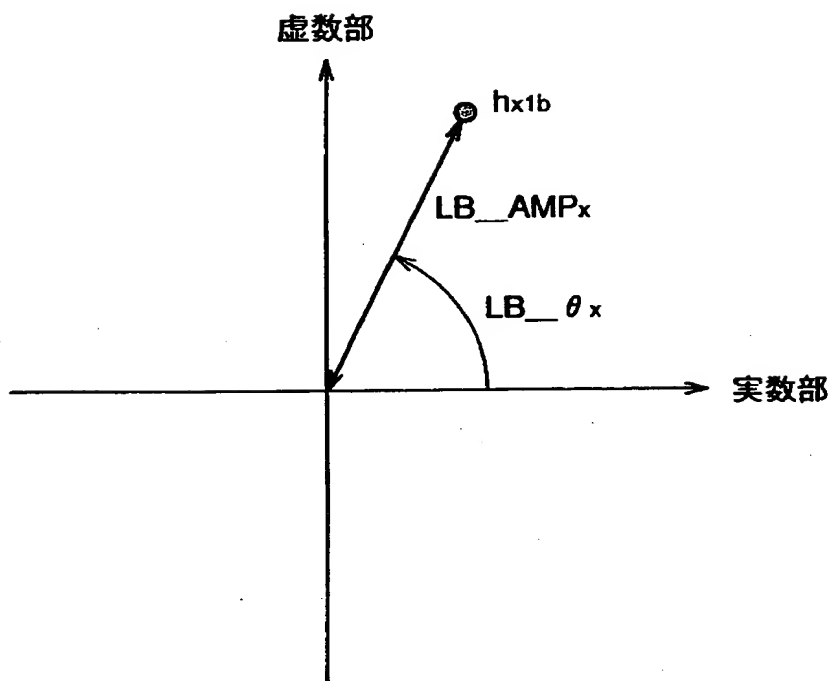
【図 2】



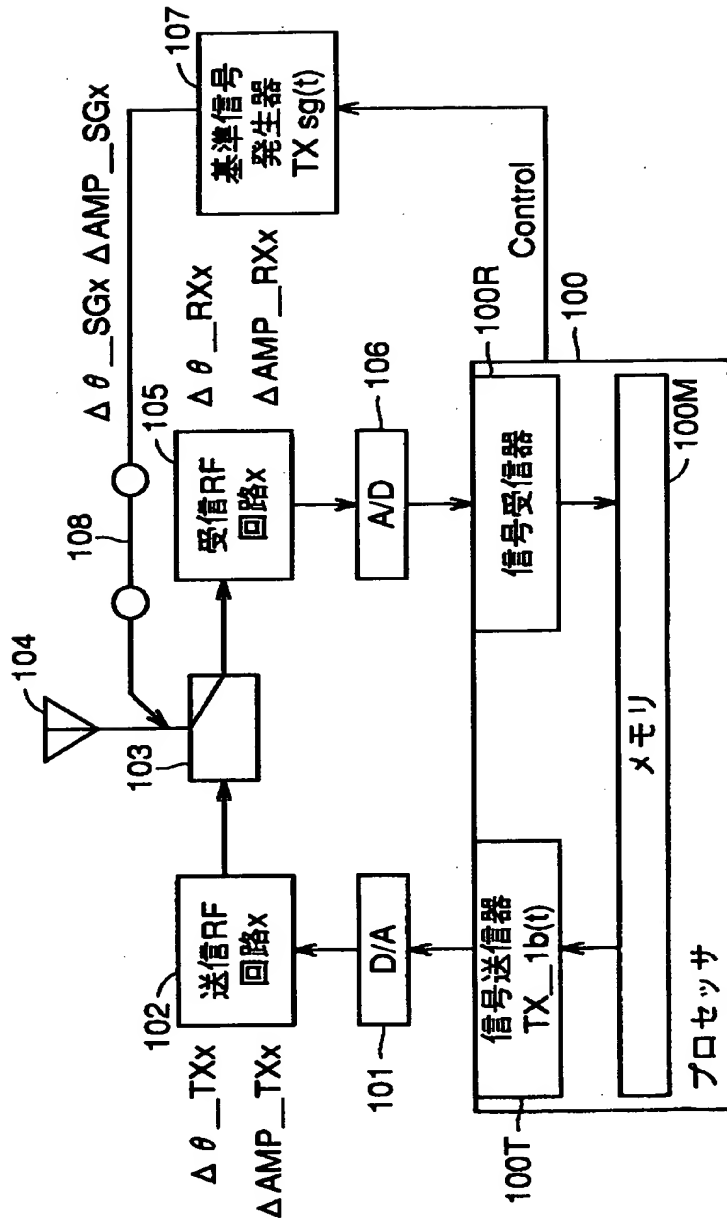
【図 3】



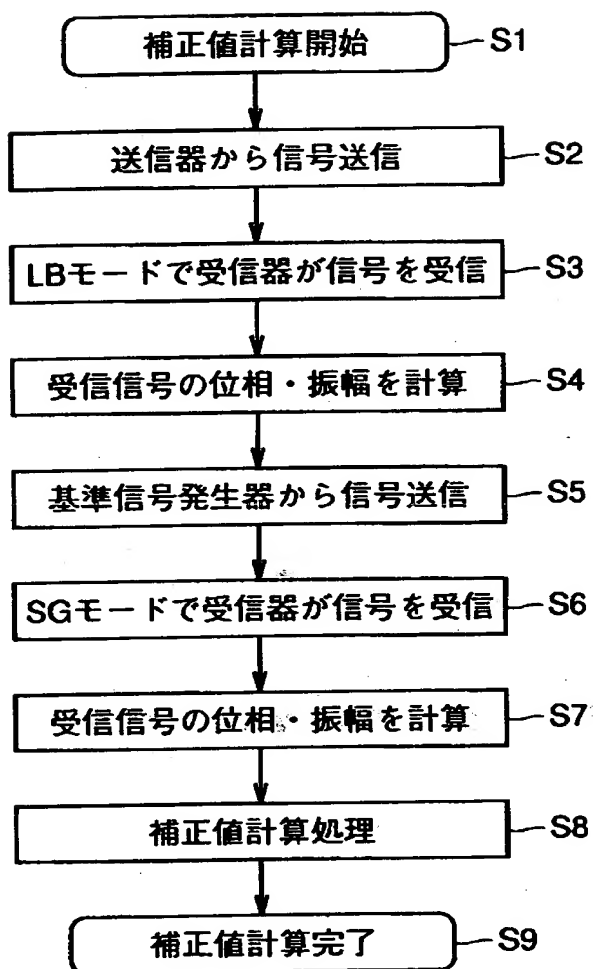
【図 4】



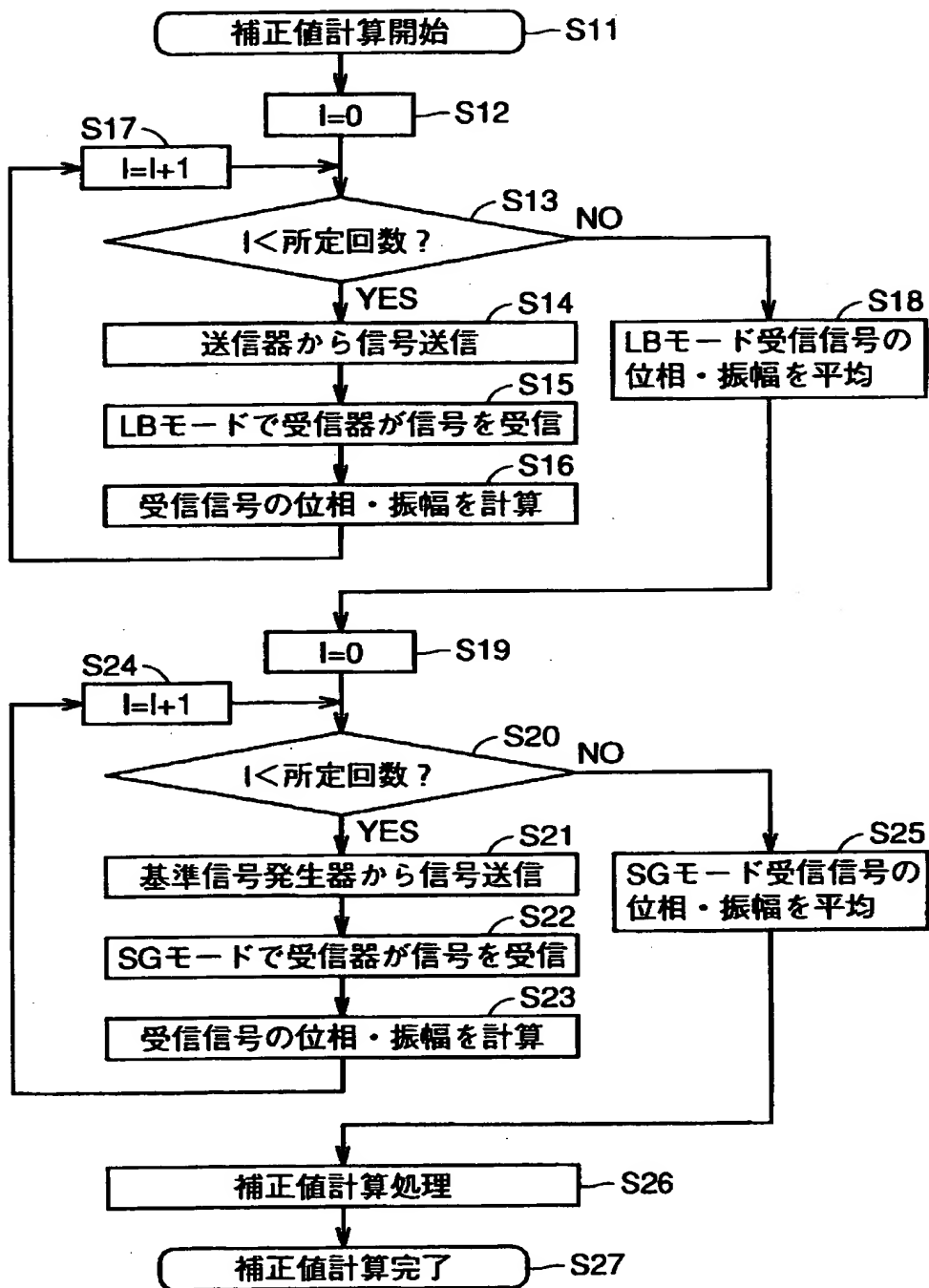
【図 5】



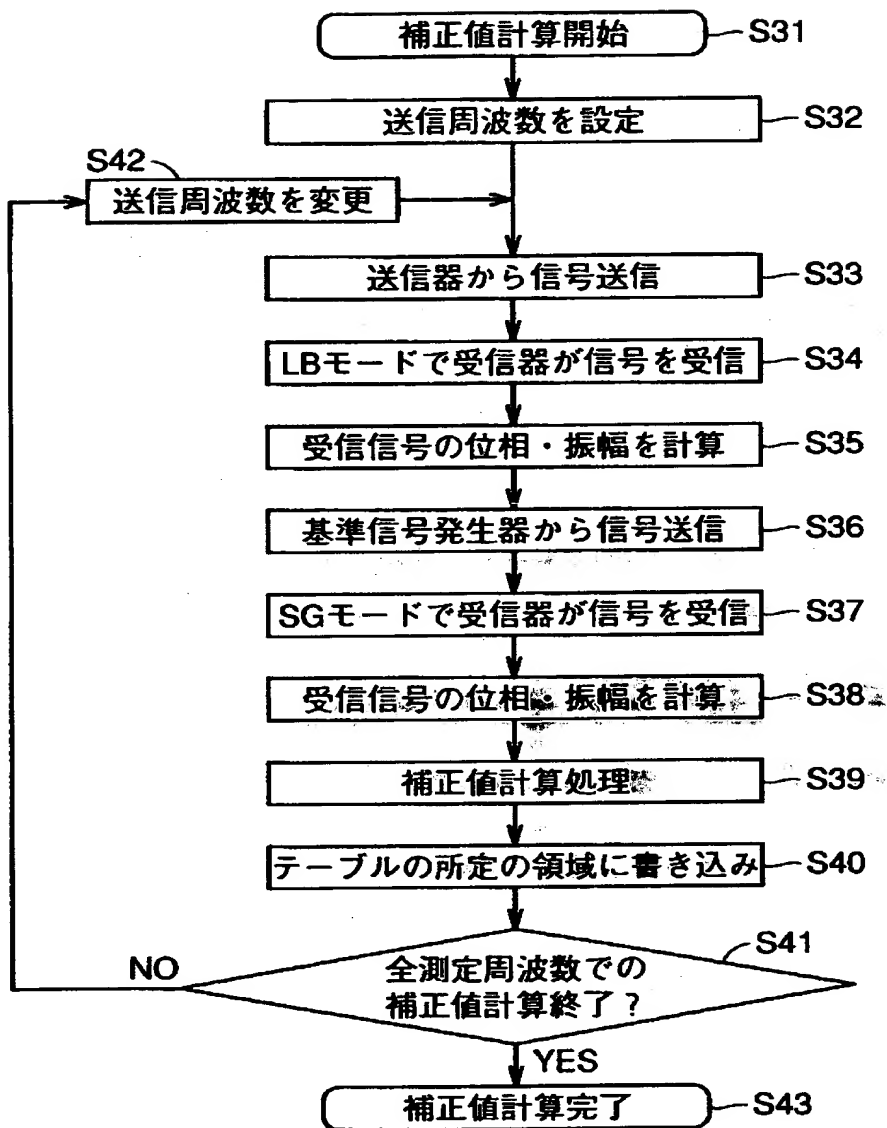
【図 6】



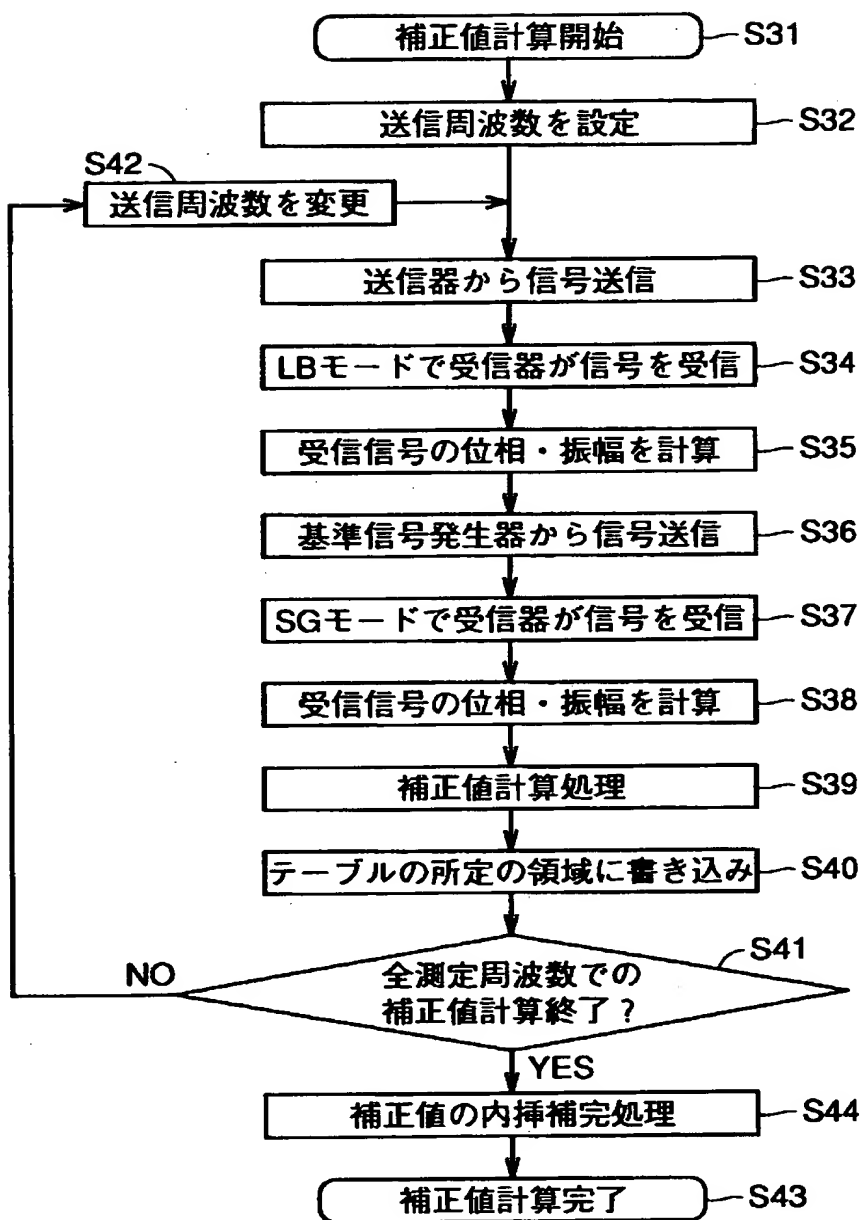
【図 7】



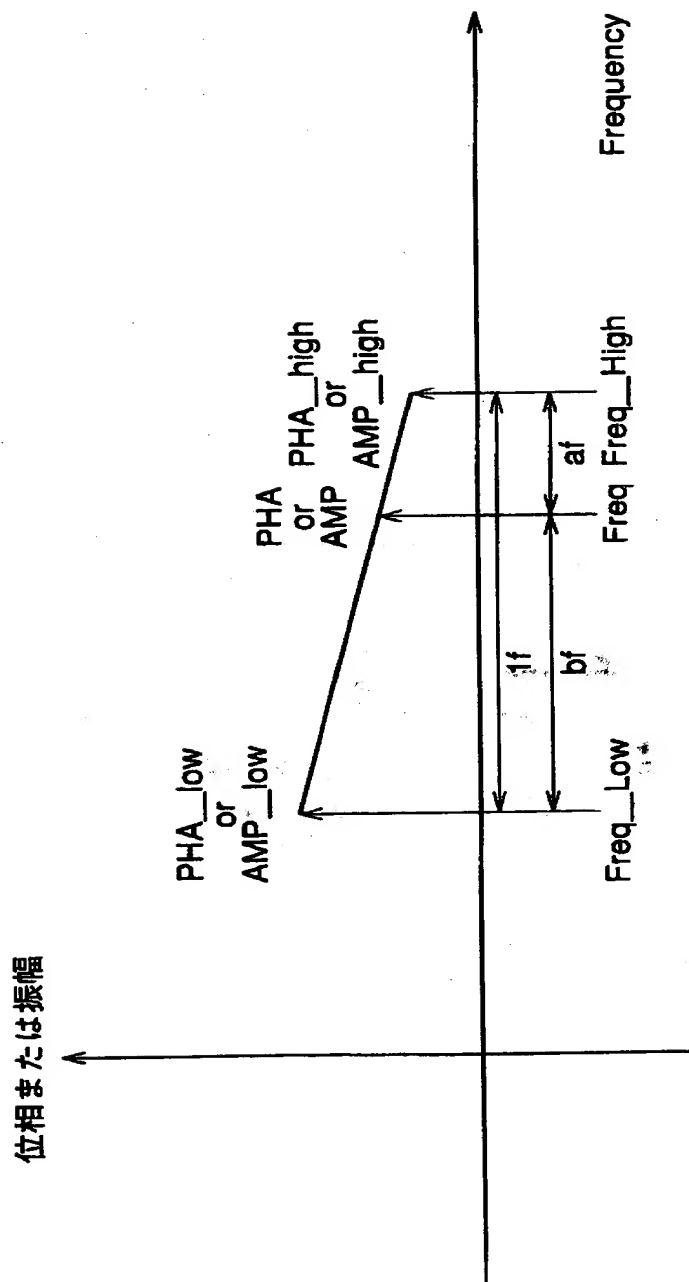
【図 8】



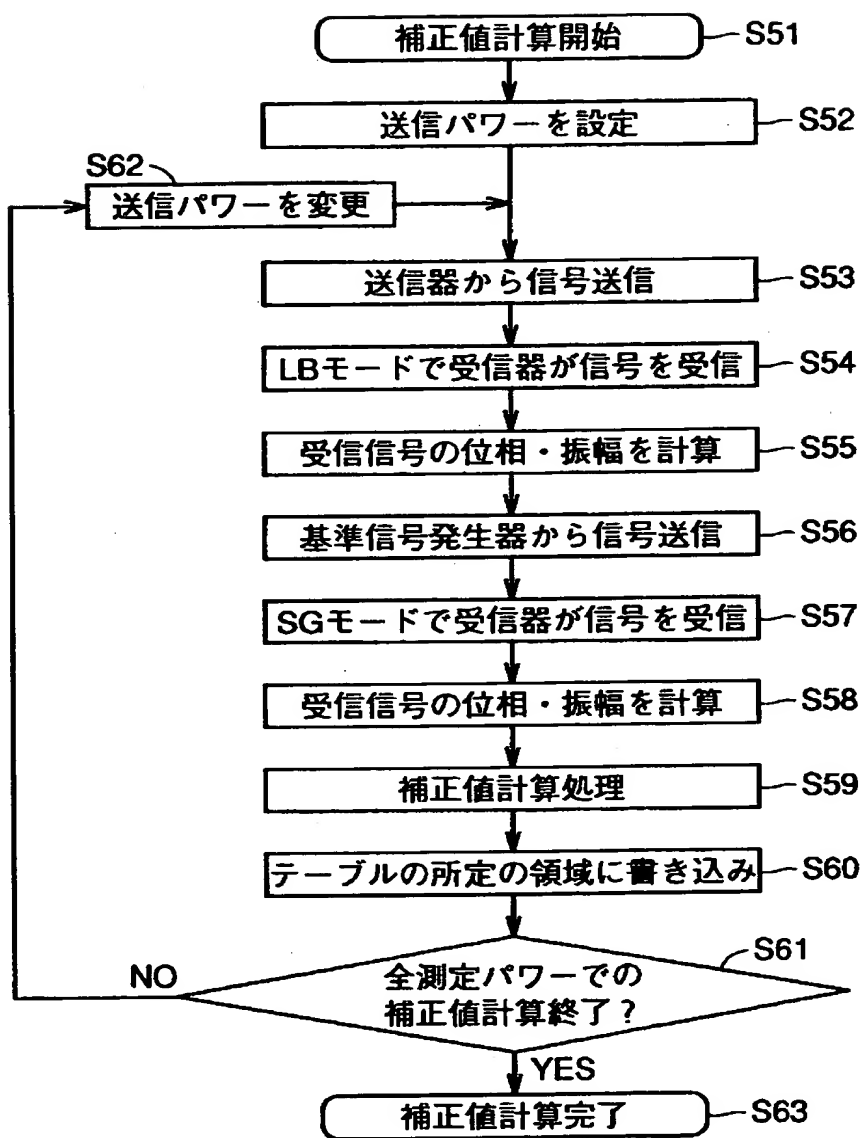
【図 9】



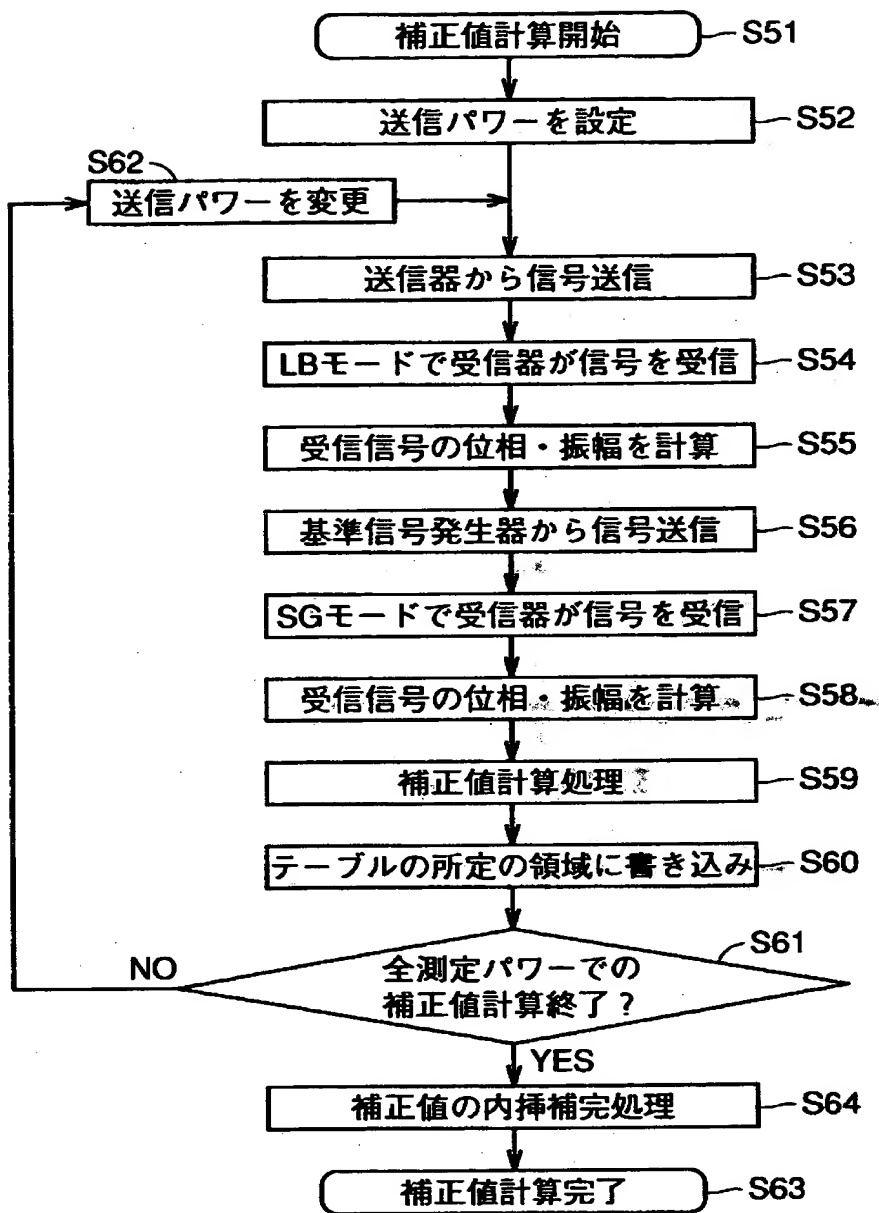
【図 1 0】



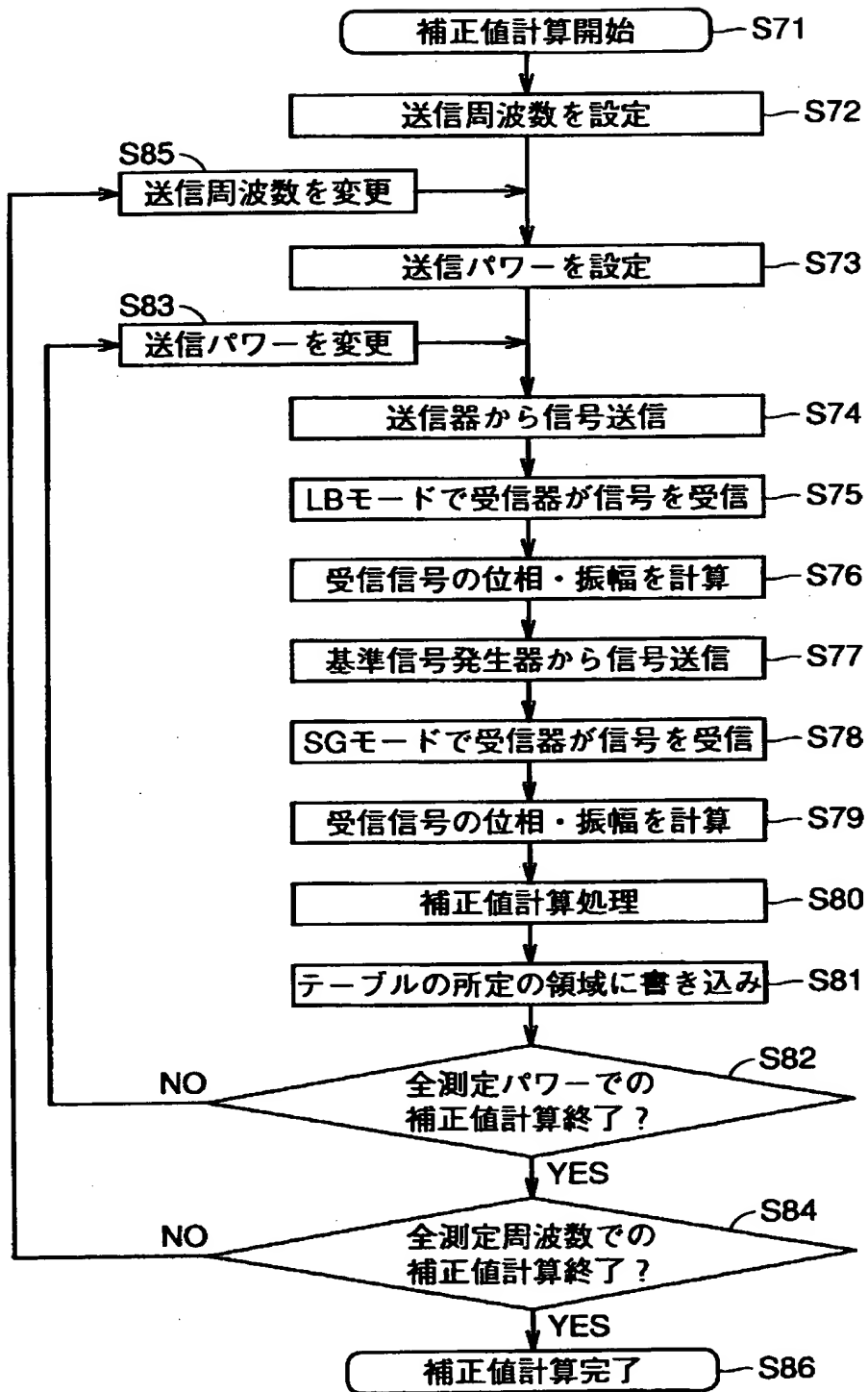
【図 11】



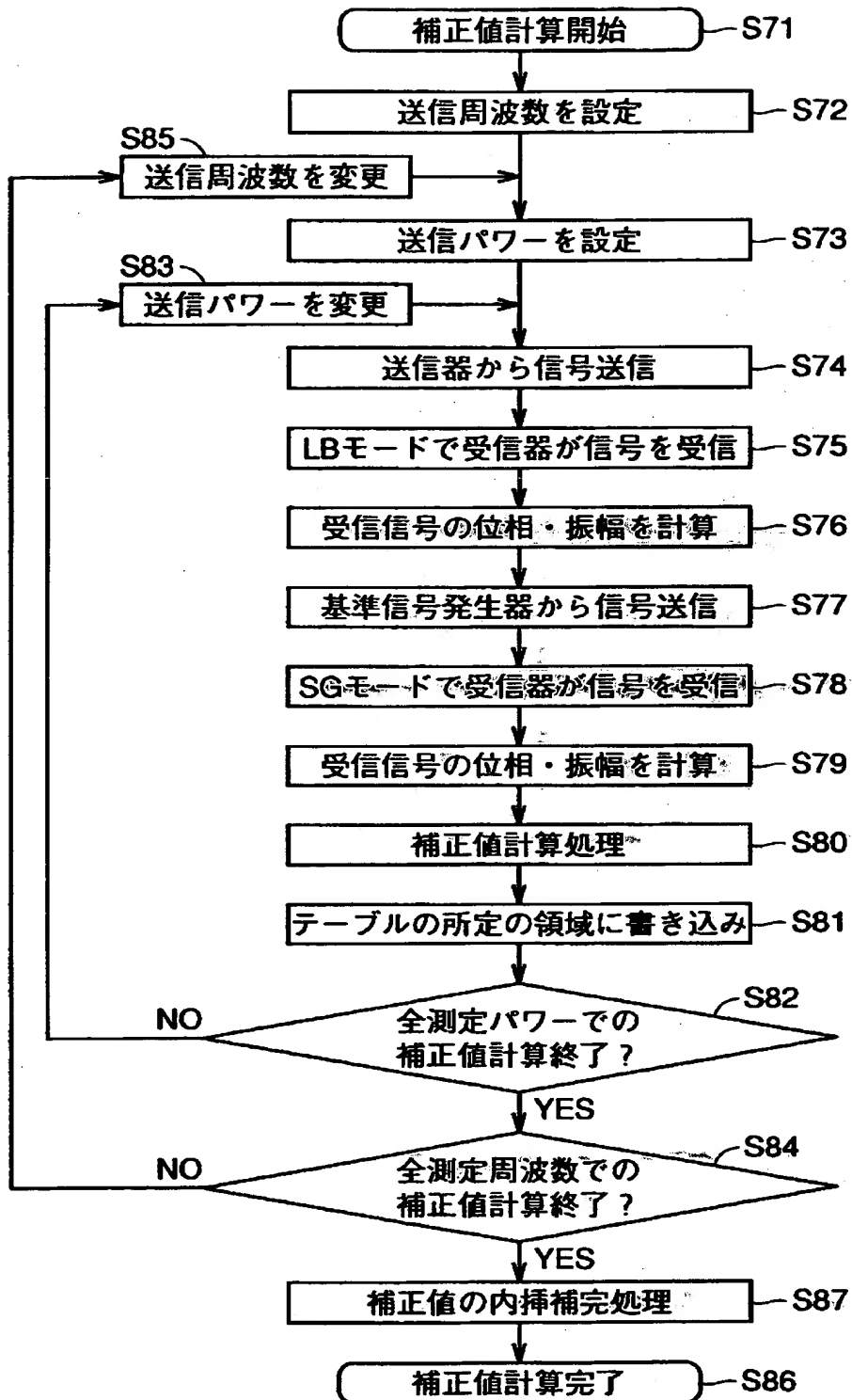
【図 12】



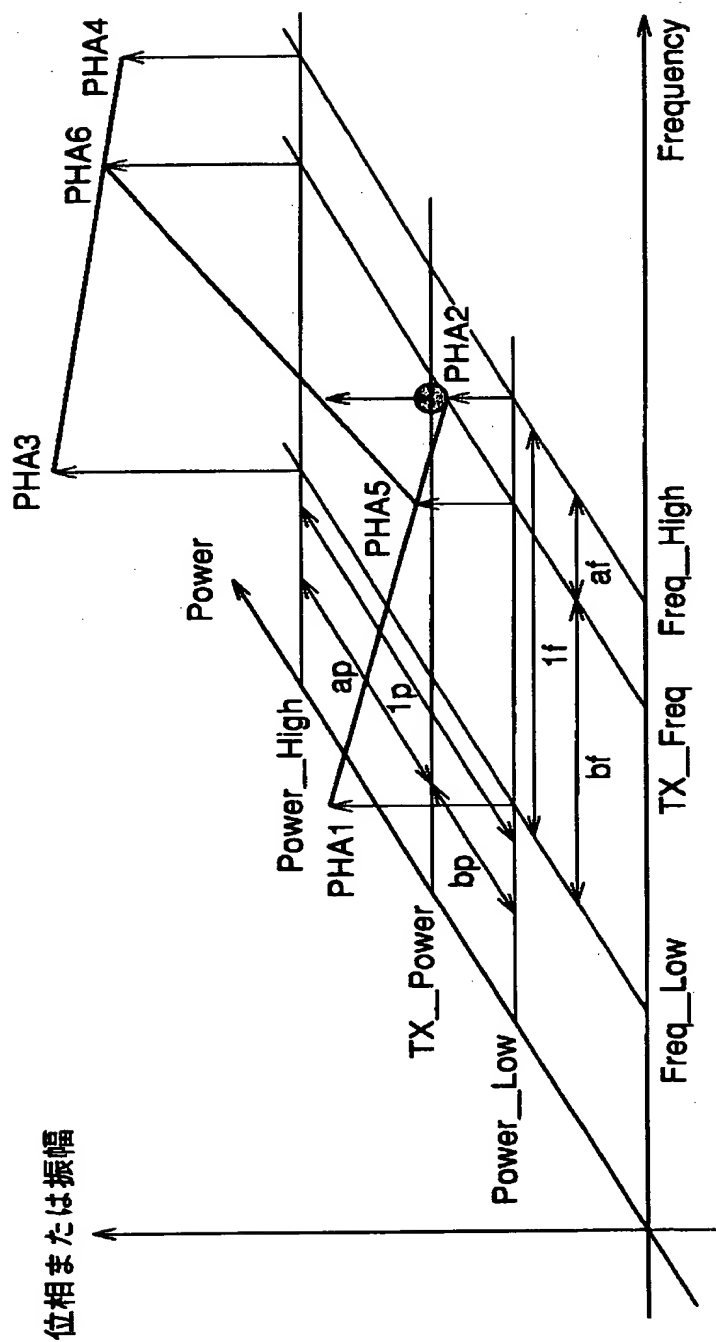
【図 13】



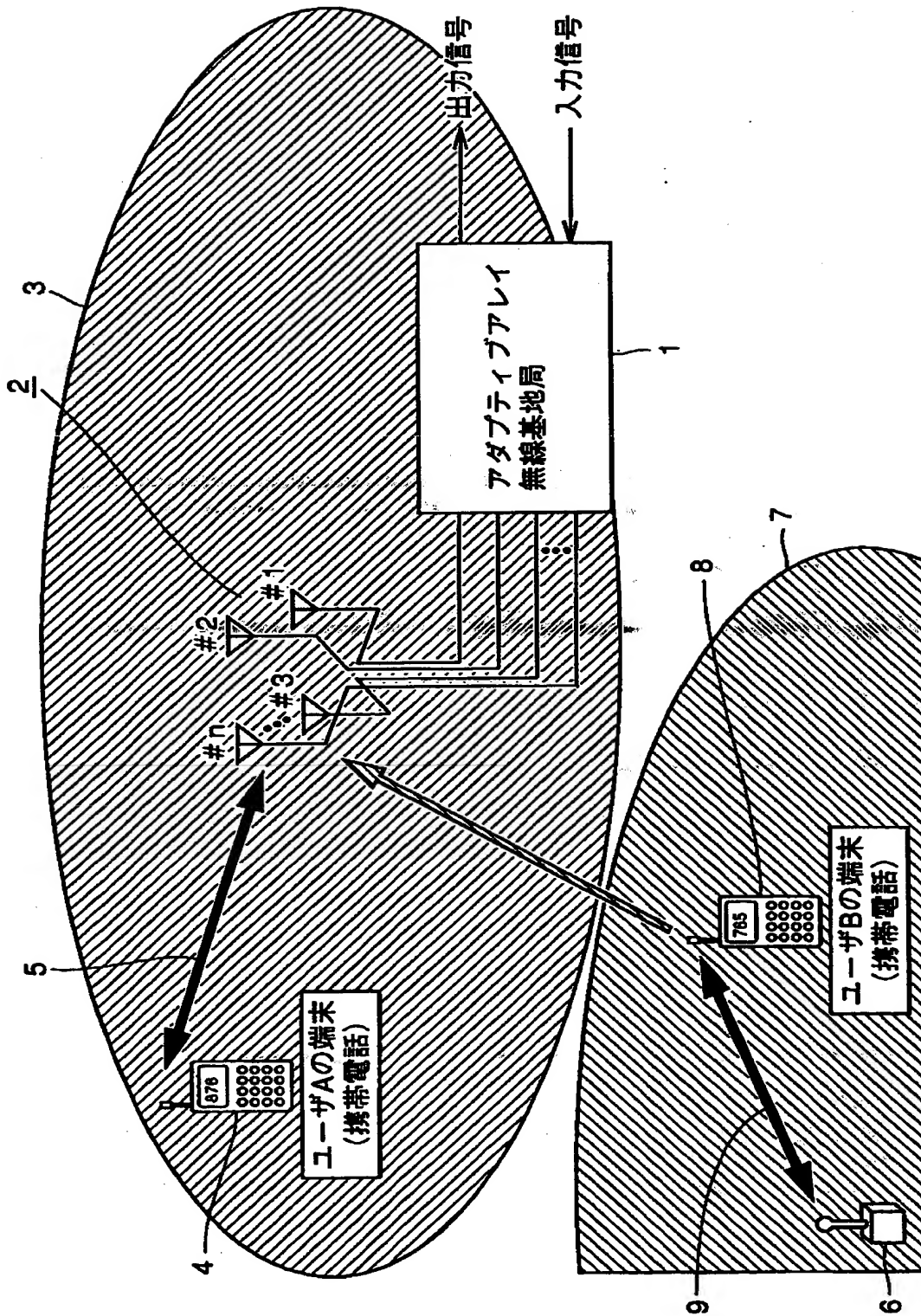
【図 14】



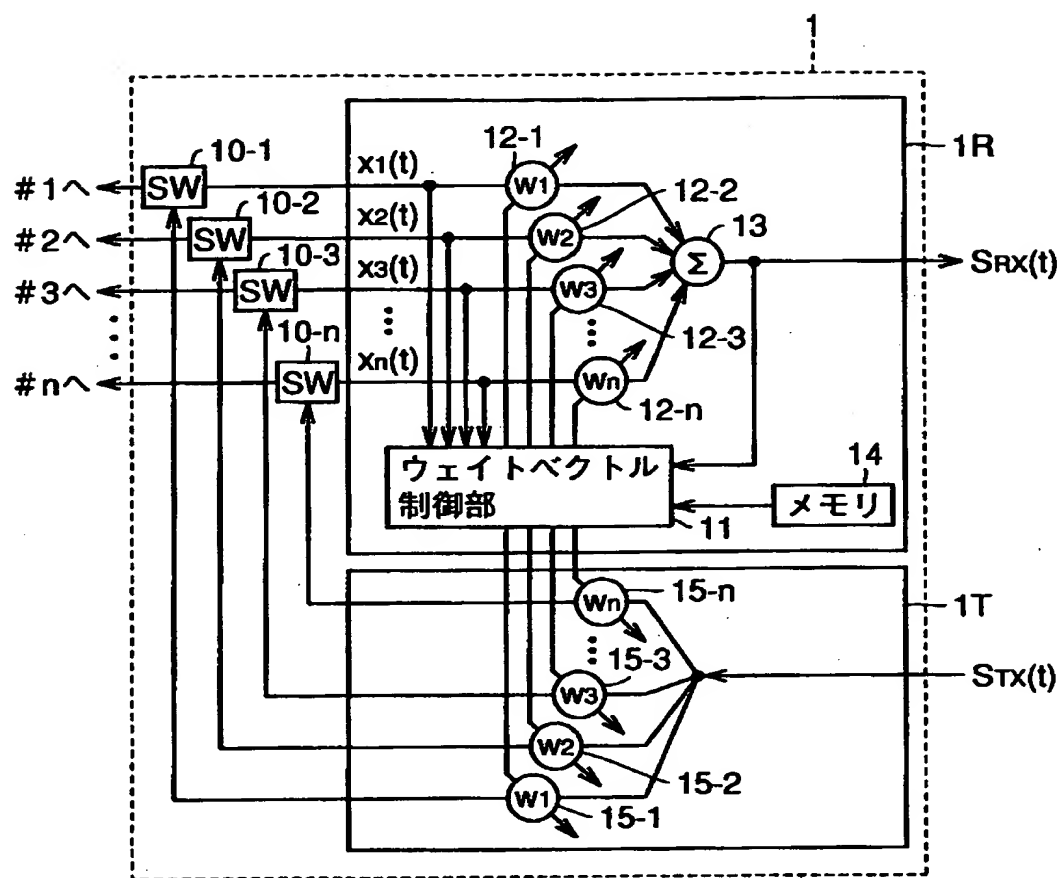
【図 1 5】



【図 16】



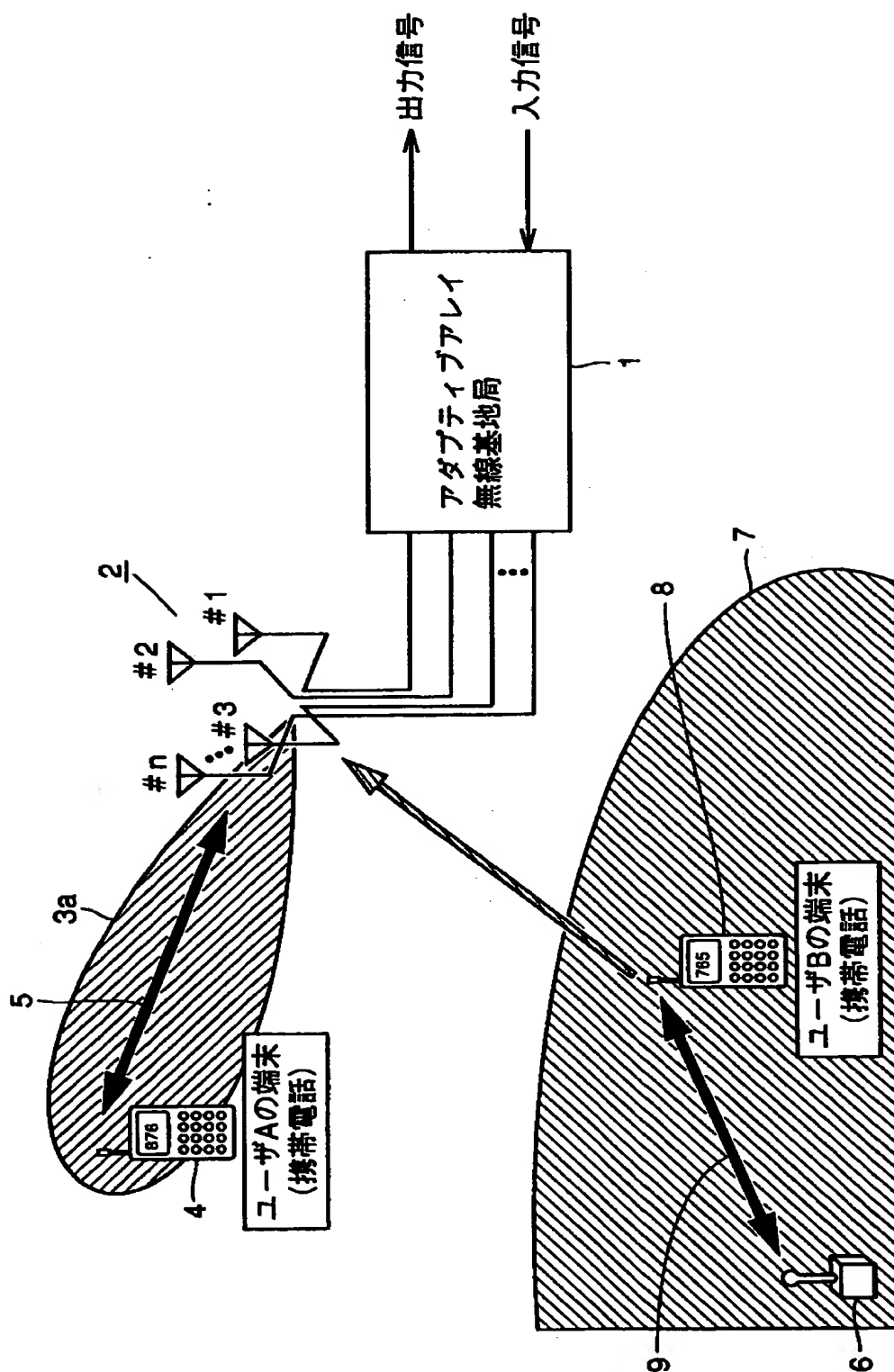
【図 1 7】



【図 18】

1	0	...	1	0	1	...	0	1
プリアンブル (無線基地局にとって、既知の信号系列)			データ(音声など) (無線基地局にとって、未知の信号系列)					

【図 19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡単かつ安価な構成で送信回路および受信回路の間の位相回転量および／または振幅変動量の差を補正することができる無線装置およびそのアンテナ指向性のキャリブレーション方法を提供する。

【解決手段】 無線装置は、アンテナと、アンテナを共用する送信回路および受信回路とを含む。キャリブレーション時に送信回路の出力を受信回路の入力に接続して送受信回路を通過する信号の位相回転量および／または振幅変動量を算出する。次に基準信号を受信回路の入力に接続して受信回路を通過する信号の位相回転量および／または振幅変動量を算出する。これらの情報を減算することにより送信回路を通過する信号の位相回転量および／または振幅変動量を算出する。これらの情報に基づいて送受信回路間の位相回転量および／または振幅変動量の差を補正する補正値を算出する。

【選択図】 図5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001889]

1. 変更年月日 1993年10月20日

[変更理由] 住所変更

住 所 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
氏 名 三洋電機株式会社

THIS PAGE BLANK (USPTO)